



DISERTASI MT143305

MODEL PENENTUAN LOKASI PANGKALAN ANGKATAN LAUT BERBASIS SUSTAINABILITAS

OKOL SRI SUHARYO
4113301005

PROMOTOR
PROF. IR. DJAUHAR MANFAAT, MS.C., PH.D
PROF. IR. DANIEL M. ROSYID, PH.D
CO PROMOTOR
DR. HARYO D. ARMONO, ST., M.ENG

PROGRAM DOKTOR
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017



DISERTASI MT143305

**MODEL PENENTUAN LOKASI PANGKALAN
ANGKATAN LAUT BERBASIS SUSTAINABILITAS**

OLEH
Okol Sri Suharyo
4113301005

PROMOTOR
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D
Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D
CO PROMOTOR
Dr. Haryo D. Armono, ST., M.Eng

PROGRAM DOKTOR
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

LEMBAR PENGESAHAN

Disertasi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

DOKTOR (Dr)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Okol Sri Suharyo
Nrp. 4113301005

Tanggal Ujian : 27 April 2017

Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh :

1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D
NIP. 19610702 198803 1 003

(Promotor)

2. Dr. Haryo D. Armono, ST., M.Eng
NIP. 19680810 199512 1 001

(Co Promotor)

3. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
NIP. 19550329 198003 1 002

(Penguji Internal)

4. Dr. A.A. Masroeri, M.Eng
NIP. 19580807 198610 1 004

(Penguji Internal)

5. Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng., M.Sc
NIP. 19600112 198703 1 003

(Penguji Eksternal)



Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.
NIP. 19610702 198803 1 003

Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Berbasis Sustainability

Nama : Okol Sri Suharyo
 NRP : 4113301005
 Promotor : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D
 Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D
 Co-Promotor : Dr. Haryo D. Armono, ST, M.Eng

ABSTRAK

Pangkalan Angkatan Laut (*Naval Base*) yang berada di wilayah suatu negara mempunyai peranan yang penting sebagai tempat pengembangan kekuatan laut ke daerah operasi atau “*Deployment forces position*” dan juga sebagai “*Home Base*” yang memiliki kriteria *five R* : *Rest, Refresh, Refuel, Repair and Replenishment*. Pada gelar operasi kehadiran di laut, Pangkalan juga memiliki peranan penting berkenaan dengan penerapan efisiensi dan efektifitas operasi menggunakan taktik Pangkalan sebagai titik markas pengamanan wilayah. Beberapa model penentuan lokasi telah banyak dikembangkan, namun demikian mempunyai kelemahan yaitu dalam hal pendekatan keberlanjutan lokasi sebagai suatu dinamika sistem antar aspek yang berinteraksi, sehingga perubahan dinamika sistem telah menyebabkan beberapa Pangkalan mengalami ancaman degradasi, artinya pangkalan tidak berfungsi sebagaimana fungsi asasinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut berbasis keberlanjutan dari aspek Teknis, Ekonomi dan Politik yang saling berinteraksi. Pada aspek teknis akan ditinjau dari variable performansi pangkalan (hidro-oseanografi, kedalaman alur, kemampuan suplai logistik, material dan personel). Pada aspek ekonomi ditinjau dari variable perkembangan ekonomi industri maritim yang berpengaruh pada ketersediaan lahan pangkalan. Sedangkan pada aspek politik ditinjau dari kerawanan daerah pangkalan. *Case study* yang digunakan adalah lokasi Pangkalan AL yang telah ada (*existing*) untuk dipilih dikembangkan atau dinaikkan statusnya menjadi Pangkalan Angkatan Laut Utama yang *sustainable* dalam mendukung tugas-tugas Angkatan Laut Indonesia. Model yang digunakan merupakan pengembangan konsep pemilihan lokasi *Set Covering* yang diintegrasikan dengan metode *Fuzzy MCDM* dan *System Dynamic* menjadi satu kesatuan model. Skenario kebijakan *stakeholder* (TNI AL dan Pemda sebagai *player*) dilakukan dalam *game theory* untuk mendapatkan *pay-off* yang kompromi dalam mendapatkan keberlanjutan / sustainability pangkalan melalui bentuk skenario kooperatif dan non kooperatif antar *player*.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah didapatkannya Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut berbasis keberlanjutan yang mampu menjadi solusi permasalahan pemilihan lokasi, model bersifat generik dan dapat dimodifikasi, sesuai kondisi dan *state* masing masing daerah/negara. Hasil *case study* model ini mendapatkan Pangkalan Angkatan Laut Timika dan Sangatta sebagai pangkalan yang mempunyai bobot paling tinggi untuk dikembangkan sebagai Pangkalan Utama sesuai Skenario Pesimistik dan Optimistik.

Kata Kunci : *Covering Techinique, Fuzzy MCDM, Sustainability Naval Base Model.*

Model of Determining Naval Base Location Based on Sustainability

Name : Okol Sri Suharyo
 NRP : 4113301005
 Promotor : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D
 Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D
 Co-Promotor : Dr. Haryo D. Armono, ST, M.Eng

ABSTRACT

Naval Base located in the state working area play significant roles as the deployment forces positions as well as the home-bases having five R: Rest, Refresh, Refuel, Repair and Replenishment. In the presence of the operation forces, Naval Bases also have an important task related to the application of operation effectiveness and efficiency by using the Base Tactics as the spots of the area pacification. Some spot determination models have been greatly developed but having some weaknesses such as in the term of location sustainability approach as a system dynamics among the interacted aspects. So the change of the system dynamics has caused some Bases undergoing the degradation threat. It means that the Bases do not function as the fundamental one.

This research is aimed to find out a Determination Model of Naval Base Location referred to the sustainability from the mutual interacted Technical, Economical and Political aspects. In the technical aspect, it will be viewed from the variables of the base performance (hydro-oceanography, channel depth, logistics supply capability of materials and personnel). In the economical aspect, it is observed from the economic development variables of maritime industries influencing the availability of the base areas, meanwhile in the political aspect, it is watched from the susceptibility of the base area. The used case study is the existing Naval Bases to be selected, developed and upgraded as the sustainable Naval Bases in supporting the Indonesian Navy duties. The used model is the concept development of spot determination using Set Covering collaborated with the concept integration between Fuzzy MCDM and System Dynamics as a model unity. The scenario of stakeholder policy (Indonesian Navy and Local Government as the players) is done by game theory to get the compromised pay-off in gaining the value of the Base sustainability in the form of cooperative and non-cooperative scenarios.

The final result of this research is by finding out the Determination Model of Naval Bases Location referred to the Sustainability, it is expected to be able to be the existing problem solving and can be used as the spot determination of particularly Naval Bases or the other location in general based on the condition and state of the area/country. This case study model results Timika and Sangatta Naval Bases as the most ready ones to be developed as scenario and loading value based on the modeling.

Keywords: Naval Base Sustainability Model, Covering Technique, Fuzzy MCDM.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan disertasi ini yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Doktor di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis mengucapkan terima kasih atas arahan dan bimbingan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan sekaligus sebagai Promotor yang telah meluangkan waktu dan dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan arahan yang sangat bermanfaat.
2. Dr. Haryo D. Armono, ST., M.Eng selaku Co.Promotor yang telah banyak memberikan arahan untuk penulisan disertasi, memberikan koreksi dan memberikan semangat untuk menyelesaikan disertasi ini.
3. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA. selaku penguji internal institut, atas ketulusan hati dan kesabarannya dalam membimbing, mendukung dan mengarahkan penulis serta menguji penulis.
4. Dr. A.A. Masroeri, M.Eng selaku selaku penguji internal fakultas, atas bimbingan yang arif dan bijaksana dalam penyelesaian disertasi.
5. Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng., M.Sc selaku penguji eksternal dari Universitas Indonesia Jakarta, atas segala arahan, bimbingan dan masukan yang berharga.
6. Ibuku yang tercinta Hartati Rismiati, semua saudaraku, istriku tercinta dr. Ayu Ekanita Hendrayani, anakku tersayang Zaky Masayndra Suharyo, yang telah sabar dan ikhlas menjadi pendorong utama selama proses studi sampai selesai.
7. Kepala Staf TNI AL, Laksda TNI Dr. Ir. Supartono., Laksma TNI Dr. Siswo Hadi S, Kolonel Laut (E) I Nengah Putra, M.Si (Han), Kolonel Laut (KH) Dr. Ahmadi, MT atas semua dukungan dan arahan yang bermanfaat.

Selanjutnya Penulis menghaturkan terimakasih atas segala bantuan dan dukungannya kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, semoga hasil disertasi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Terima Kasih.

Surabaya, Mei 2017

Penulis

Okol Sri Suharyo
Nrp. 4113301005

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Istilah.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	9
1.3. Batasan Masalah.....	9
1.4. Tujuan Penelitian.....	11
1.5. Kerangka Konseptual.....	11
1.6. Road Map Penelitian.....	13
1.7. Kebaharuan (<i>Novelty</i>) dan Originalitas.....	16
1.8. Kontribusi dan Manfaat Penelitian.....	17
 BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	 19
2.1. Riset Operasi dan Pemodelan.....	19
2.2. Konsep <i>Multiple Criteria Decision Making</i>	19
2.3. Konseptual <i>Fuzzy</i>	25
2.4. Konseptual <i>Set Covering</i>	32
2.5. Pendekatan Optimasi dengan Model <i>System Dynamic</i>	34
2.6. Model Optimasi Pemilihan Lokasi Pangkalan AL Berkelanjutan.	41
2.7. Aspek Universal Pangkalan Angkatan Laut.....	42
2.8. Pangkalan TNI AL Indonesia.....	44
2.9. Operasi Pertahanan Keamanan Laut.....	48
2.10. Kapal TNI AL (KRI).....	48

BAB III METODOLOGI	51
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	51
3.2. Rencana Kegiatan Penelitian.....	52
3.3. Tahapan Pembentukan Model.....	54
 BAB IV PEMODELAN	 59
4.1. Pendahuluan.....	59
4.2. Identifikasi Zona Bencana Alam.....	60
4.3. Sub-Model <i>Covering Technique – Naval Base</i>	65
4.4. Sub-Model <i>Fuzzy MCDM – Naval Base</i>	78
4.5. Sub-Model <i>System Dynamic Sustainability – Naval Base</i>	97
4.6. Validasi Model dan Analisa Sensitivitas.....	118
 BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA PEMODELAN	 129
5.1. Dimensi dan Skor Pengukuran Sustainability Pangkalan AL.....	129
5.2. Analisa dan Penilaian Sustainability Pangkalan AL.....	131
5.3. Skenario Kebijakan Sustainability Pangkalan AL.....	144
5.4. Analisis <i>Game Theory</i> untuk Skenario Kombinasi.....	151
5.5. Analisa Pemetaan Kriteria dan Perangkingan Akhir Naval Base....	163
5.6. Analisa dan Kesimpulan Model Temuan.....	169
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	 183
6.1. Kesimpulan.....	183
6.2. Saran.....	185
 DAFTAR PUSTAKA	 187
LAMPIRAN I Interface Model - Sustainability of Naval Base.....	L-03
LAMPIRAN II Game Theory Kebijakan Stakeholder.....	L-17
LAMPIRAN III Kuisisioner Sub Model Fuzzy MCDM.....	L-25
LAMPIRAN IV Sub-Model Fuzzy MCDM.....	L-37
LAMPIRAN V Sub-Model Covering Technique Naval Base.....	L-47
LAMPIRAN VI Jurnal Internasional dan Seminar Internasional.....	L-55
LAMPIRAN VII Kritikal Review Penelitian Terdahulu.....	L-61

DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1. Posisi Penelitian.....	15
2.1. Aspek Universal Perencanaan Lokasi Pelabuhan.....	43
2.2. Kelas Pangkalan TNI AL Wilayah Timur Indonesia.....	45
2.3. Jenis dan Tipe Klas Kapal Republik Indonesia KRI (<i>Surface WarShip</i>).....	49
4.1. Zonasi Bencana Gempa dan Tsunami Pangkalan Angkatan Laut Indonesia...	64
4.2. Sektor operasi dan pangkalan TNI AL wilayah timur.....	66
4.3. Data Gugus Tugas KRI di Sektor Rutin.....	68
4.4. Data Gugus Tugas KRI di Sektor <i>Trouble Spot 1</i>	68
4.5. Data Gugus Tugas KRI di Sektor <i>Trouble Spot 2</i>	69
4.6. Letak jangkauan pangkalan TNI AL terhadap sektor operasi wilayah timur	70
4.7. Matriks Zero-One Pemilihan Pangkalan AL di sektor operasi.....	73
4.8. Variabel keputusan (<i>zero-one</i>) pemilihan Pangkalan AL.....	76
4.9. Kuesioner Bagian I.....	81
4.10. Kuesioner Bagian II.....	81
4.11. Rekapitulasi Penilaian Kepentingan Tiap Kriteria Kualitatif.....	84
4.12. Rekapitulasi Penilaian Kepentingan Kriteria Kualitatif tiap Alternatif NB....	85
4.13. Nilai ct, at, bt setiap <i>Expert Judgement</i> (E1–E10).....	89
4.14. Bobot Agregat Kriteria Kualitatif dan Kuantitatif.....	90
4.15. Agregat qit, oit, pit Preferensi Tiap Alternatif Naval Base.....	90
4.16. Penyusun Index Fuzzy.....	92
4.17. Index Fuzzy.....	92
4.18. Defuzzifikasi Bobot Tiap Alternatif <i>Naval Base</i> Kriteria Kualitatif.....	94
4.19. Defuzzifikasi Bobot Tiap Alternatif <i>Naval Base</i> Kriteria Kuantitatif.....	94
4.20. Rangking <i>Naval Base</i> berdasarkan Kriteria Kualitatif.....	95
4.21. Bobot Tiap <i>Naval Base</i> berdasarkan Kriteria Kuantitatif.....	95
4.22. Rangking <i>Naval Base</i> berdasarkan Kriteria Kuantitatif.....	96
4.23. Rangking Total tiap Lokasi <i>Naval Base</i>	96
4.24. Identifikasi Variabel Sustainability Pangkalan AL.....	98

4.25. Identifikasi Variabel Aspek Politik.....	99
4.26. Identifikasi Variabel Aspek Teknis.....	100
4.27. Identifikasi Variabel Aspek Ekonomi.....	101
4.28. Simbol <i>Stock and Flow</i> Diagram <i>Stella@ (iSee System)</i>	106
4.29. Hasil <i>In-Depth Interview</i> dengan <i>Expert</i>	121
4.30. Perhitungan Error antara Data Aktual dan Simulasi.....	121
5.1. Indeks Sustainabilitas Pangkalan AL.....	131
5.2. Skor Dasar Aspek Teknis Naval Base.....	135
5.3. Skor Dasar Aspek Ekonomi Naval Base.....	135
5.4. Skor Dasar Aspek Politik Naval Base.....	135
5.5. Skor Sustainabilitas Naval Base 15 Th ; 30 Th.....	149
5.6. Parameter Skenario dan <i>Player</i> pada kondisi Pesimistik & Optimistik.....	149
5.7. Matriks <i>Pay-off</i> Stakeholder / <i>Player</i>	152
5.8. Matriks <i>Pay-off</i> Stakeholder / <i>Player</i> Lokasi NB1 Sangatta.....	152
5.9. Matriks <i>Pay-off</i> Stakeholder / <i>Player</i> Lokasi NB2 Kendari.....	152
5.10. Matriks <i>Pay-off</i> Stakeholder / <i>Player</i> Lokasi NB3 Mataram.....	154
5.11. Matriks <i>Pay-off</i> Stakeholder / <i>Player</i> Lokasi NB4 Timika.....	154
5.12. <i>Pay-off</i> TNI AL jika PEMDA Non Kooperatif.....	155
5.13. <i>Pay-Off</i> PEMDA jika TNI AL Pesimistik.....	155
5.14. <i>Pay-Off</i> TNI AL jika PEMDA Kooperatif.....	159
5.15. <i>Pay-Off</i> PEMDA jika TNI AL Optimistik.....	159
5.16. Input Skor Sustainabilitas NavBase untuk 2 (dua) Kombinasi Skenario.....	160
5.17. Urutan Prioritas Pengembangan <i>Naval Base</i> Skenario Pesimistik.....	169
5.18. Urutan Prioritas Pengembangan <i>Naval Base</i> Skenario Optimistik.....	169
5.19. (ZOMDV) - <i>Zero-One Matrix Decision Variable</i>	171

DAFTAR GAMBAR

	Halaman:
1.1. Peta Pangkalan Angkatan Laut Amerika Serikat.....	2
1.2. Peta Pangkalan Angkatan Laut Inggris.....	3
1.3. Peta Pangkalan Angkatan Laut Perancis.....	3
1.4. Peta Wilayah Kerja Komando Armada Timur.....	5
1.5. Faktor penting dalam pengembangan Pangkalan AL.....	6
1.6. Kerangka Konseptual Penelitian.....	11
1.7. Integrasi <i>Site Selection</i> dengan <i>System Dynamic Research</i>	13
1.8. <i>Road Map</i> Penelitian.....	13
2.1. Model Umum MODM.....	21
2.2. Model Umum MADM.....	23
2.3. <i>Cluster</i> MADM.....	23
2.4. Klasifikasi Teori <i>Fuzzy</i>	25
2.5. Representasi Linier Naik.....	27
2.6. Representasi Linier Turun.....	27
2.7. Kurva Segitiga.....	28
2.8. Kurva Trapesium.....	28
2.9. <i>Triangular Fuzzy Number</i>	29
2.10. Proses Defuzzyfikasi.....	30
2.11. Metodologi <i>System Dynamic</i>	34
2.12. Langkah-langkah Dalam Metodologi <i>System Dynamic</i>	35
2.13. Jenis variabel dalam model <i>System Dynamic</i>	37
2.14. <i>Rate and Level</i>	37
2.15. <i>Causal Loop Diagram</i> Sederhana.....	38
2.16. Diagram Alir Umpan Balik.....	30
2.17. Tahap-Tahap Simulasi Model.....	40
2.18. Luas Jangkauan Coverage Area KRI.....	50
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	51
3.2. Tahapan Pembentukan Model.....	54
3.3. Diagram <i>Input-Output</i> Penelitian.....	56
4.1. Peta Jalur Patahan dan Sesar Indonesia.....	60

4.2.	Peta Zonasi Gempa Indonesia.....	61
4.3.	Peta Zonasi Ancaman Tsunami Indonesia.....	62
4.4.	Peta Sebaran Kejadian Gempa Indonesia.....	63
4.5.	Sektor Operasi Komando Armada RI Kawasan Timur.....	65
4.6.	Peta Skenario Daerah Ancaman Wilayah Koarmatim.....	67
4.7.	Developing dan Input Data Optimasi Pemilihan Pangkalan.....	74
4.8.	Running Program <i>Solver</i> Pemilihan Pangkalan.....	75
4.9.	Intersection Pemilihan Pangkalan AL.....	77
4.10.	Skema Pengambilan Data & Kriteria Pangkalan AL.....	79
4.11.	Diagram Model Integrasi.....	82
4.12.	Grafik TFN untuk Expert 1.....	86
4.13.	Grafik TFN untuk Expert 2.....	86
4.14.	Grafik TFN untuk Expert 3.....	87
4.15.	<i>Framework</i> Konseptualisasi Sistem Sustainabilitas Pangkalan AL.....	102
4.16.	Model Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut.....	103
4.17.	Model Pengukuran Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut.....	107
4.18.	Diagram Sub Model Aspek Teknis Performance Pangkalan.....	108
4.19.	Diagram Sub Model Aspek Ekonomi Ketersedia Lahan Pangkalan.....	109
4.20.	Diagram Sub Model Aspek Politik Kerawanan Daerah Pangkalan.....	110
4.21.	Validasi Internal Cek Unit Model.....	118
4.22.	Validasi Unit Model Aspek Teknis.....	119
4.23.	Validasi Unit Model Aspek Ekonomi.....	119
4.24.	Validasi Unit Model Aspek Politik.....	119
4.25.	Validasi Unit Model Secara Keseluruhan Model.....	120
4.26.	Verifikasi Equations Model.....	120
4.27.	Uji Parameter Model.....	122
4.28.	Uji Kondisi Ekstrim.....	123
4.29.	Analisa Sensitivitas Aspek Teknis: Performance Pangkalan.....	126
4.30.	Analisa Sensitivitas Aspek Ekonomi: Ketersediaan Lahan.....	126
4.31.	Analisa Sensitivitas Aspek Politik: Kerawanan Daerah.....	127
5.1.	Grafik Performance Teknis NB 1 Sangatta.....	132
5.2.	Grafik Performance Teknis NB 4 Timika.....	133
5.3.	Skor Aspek Teknis Naval Base.....	134

5.4.	Grafik Ketersediaan Lahan Naval Base 1 Sangatta.....	136
5.5.	Grafik Ketersediaan Lahan Naval Base 4 Timika.....	136
5.6.	Skor Aspek Ekonomi ; Ketersediaan Lahan Naval Base.....	137
5.7.	Grafik Kerawanan Daerah Naval Base 1 Sangatta.....	139
5.8.	Grafik Kerawanan Daerah Naval Base 4 Timika.....	139
5.9.	Skor Aspek Politik ; Kerawanan Daerah Naval Base.....	141
5.10.	Diagram Pengukuran Sustainability Pangkalan AL.....	141
5.11.	Sustainability Naval Base 1 Sangatta.....	141
5.12.	Sustainability Naval Base 2 Kendari.....	142
5.13.	Sustainability Naval Base 3 Mataram.....	142
5.14.	Sustainability Naval Base 4 Timika.....	142
5.15.	Skor Sustainability Naval Base.....	143
5.16.	Peta Skenario Daerah Ancaman.....	148
5.17.	Hasil Skenario Pesimistik pada Sustainability Pangkalan AL.....	158
5.18.	Hasil Skenario Optimistik pada Sustainability Pangkalan AL.....	162
5.19.	Diagram Model Integrasi Sustainability NavBase – Fuzzy MCDM	163
5.20.	Bobot Aspek Kriteria Pengembangan <i>Naval Base</i>	165
5.21.	Bobot Aspek Sub-Sub Kriteria Pengembangan <i>Naval Base</i>	166
5.22.	Bobot Prioritas untuk Pengembangan <i>Naval Base</i>	167
5.23.	Seleksi Model Fuzzy MCDM.....	172
5.24.	Model Integrasi Fuzzy MCDM – System Dynamic (Suharyo, 2017)	172
5.25.	Model Pengukuran Sustainability Pangkalan AL (Suharyo, 2017)...	173
5.26.	<i>Sustainability Naval Base Model</i> (Suharyo, 2017).....	174
5.27.	Langkah dan Prosedur Model (Suharyo, 2017).....	175

DAFTAR ISTILAH

Alur Laut Kepulauan Indonesia, ALKI adalah alur laut yang dilalui oleh kapal dan/atau pesawat udara asing di atas alur tersebut, untuk melaksanakan pelayaran dan penerbangan dengan cara normal semata-mata untuk transit yang terus menerus, langsung dan secepat mungkin serta tidak terhalang melalui atau di atas perairan kepulauan Indonesia.

Alur-Pelayaran adalah perairan yang dari segi kedalaman, lebar, dan bebas hambatan pelayaran lainnya, dianggap aman dan selamat untuk dilayari di suatu Pangkalan AL

Coverage Area, adalah luasan area sektor operasi yang dapat dicover oleh Pangkalan Angkatan Laut dengan KRI / Kapal sebagai alat pengamannya.

Covering Technique, adalah suatu metoda / teknik optimasi yang bertujuan untuk memilih suatu lokasi penyedia/fasilitas yang dapat mengcover suatu luasan sektor.

Causal Loop Diagram, adalah diagram sebab akibat yang merupakan strukturalisasi kondisi dan sistem dalam bentuk hubungan *causal*/sebab akibat dari semua *variabel* yang berpengaruh dalam sistem tersebut.

Defuzifikasi, adalah suatu proses konversi dari kuantitas fuzzy menjadi kuantitas yang pasti, dimana output dan proses fuzzy dapat berupa gabungan logika dari dua atau lebih fungsi keanggotaan fuzzy

Endurance KRI, adalah ketahanan berlayar tanpa bekal ulang Kapal perang Republik Indonesia dalam satuan jam atau hari.

Fuzzy, adalah penduga numerik yang digunakan untuk merepresentasikan pengukuran ketidakpastian, dan juga merepresentasikan konsep kesamaran dari suatu data kualitatif

Fuzzy MCDM, adalah suatu metoda / teknik yang mengaplikasikan bilangan fuzzy pada proses pengambilan keputusan dengan banyak kriteria, untuk merepresentasikan ketidakpastian dan menghilangkan preferensi atau subyektifitas para pengambil keputusan.

Game Theory, adalah suatu metoda / teknik yang merepresentasikan strategi permainan antar player/pembuat kebijakan dalam suatu skenario permainan untuk mendapatkan strategi dan output yang terbaik.

KRI, adalah Kapal Perang Republik Indonesia.

Matriks Pay-Off, adalah matrik yang berisikan *value of the game* atau nilai permainan yang didapat jika suatu player menerapkan suatu strategi tertentu

Matriks Zero-One, adalah matrik variabel keputusan yang berisikan nilai 0 atau 1. Nilai 0 artinya tidak terpilih, nilai 1 artinya terpilih.

MCDM, *Multi Criteria Decision Making*, adalah proses pengambilan keputusan dengan kriteria dan variable yang jamak.

MADM, *Multi Atribut Decision Making*, adalah merupakan bagian dari MCDM, dimana proses pengambilan keputusan dilakukan dengan banyak atribut yang dapat dinilai melalui skoring atau penilaian perbandingan berpasangan.

MODM, *Multi Objective Decision Making*, adalah merupakan bagian dari MCDM dimana proses pengambilan keputusan dilakukan dengan model matematis yang berupa adanya fungsi objective atau goal lebih dari satu tujuan yang dimaksimalkan atau diminimalkan.

Naval Base, adalah Pangkalan Angkatan Laut

Patrolling Forces, adalah KRI Jenis kapal patroli rutin untuk pengamanan sektor operasi keamanan laut.

Solver, adalah program optimasi yang telah disediakan secara default pada aplikasi software *microsoft excel*.

Stella 9.1.3. @i See System, adalah program optimasi open source yang dipakai untuk pembangunan Suatu Model dengan berbasis ilmu *System Dynamic*.

Striking Forces, adalah KRI Jenis kapal penyerang atau pemukul untuk melawan musuh, seperti kelas fregat, korvet, sigma dan MRLF

Supporting Forces, KRI Jenis kapal bantu bagi kapal patroli untuk pengamanan sektor operasi keamanan laut, dan kapal bantu bagi kapal pemukul pada saat operasi perang maupun operasi non perang, kapal bantu ini meliputi kapal BBM, kapal rumah sakit serta kapal markas.

Sustainabilitas Pangkalan, kondisi dinamik suatu Pangkalan Angkatan Laut yang meliputi seluruh aspek yang terintegrasi, berisi ketahanan dan keberlanjutan yang mengandung kemampuan mengembangkan kekuatan Pangkalan AL sesuai fungsi asasinya dalam menghadapi dan mengatasi segala tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan, baik yang datang dari luar maupun dari dalam, yang langsung maupun tidak langsung membahayakan integritas, identitas, kelangsungan hidup bangsa dan negara melalui jalur laut / *sea*.

Trouble Spot 1, adalah daerah Laut Cina Selatan dan Blok Ambalat yang merupakan area rawan pelanggaran wilayah / kejahatan di laut

Trouble Spot 2, daerah Laut Kupang-Papua-Australia yang merupakan area rawan pelanggaran wilayah / kejahatan di laut

Value of The Game, adalah nilai permainan yang didapatkan oleh player / pembuat kebijakan jika menerapkan suatu strategi dan skenario tertentu

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perang Malvinas antara Inggris dan Argentina yang terjadi pada awal tahun 1980-an, telah diketahui bersama bahwa Inggris keluar sebagai pemenang. Hal ini sejak awal memang telah tergambar dengan perbandingan kekuatan militer antara Inggris dan Argentina. Namun secara taktik pertempuran tidaklah demikian, walaupun suatu negara dengan kekuatan yang lebih besar belum tentu akan keluar sebagai pemenang dari sebuah pertempuran. Proyeksi kekuatan Angkatan Laut negara Inggris pada perang Malvinas tersebut, pada langkah awal diarahkan untuk menuju pulau Georgia yang nantinya digunakan sebagai Pangkalan Angkatan Laut (*Naval Base*) dalam penyerbuan ke pulau Malvinas. Setelah menduduki pulau ini, Angkatan Laut Inggris secara intensif melakukan patroli laut dan udara untuk memotong garis perhubungan laut Argentina yang menyebabkan dukungan logistik Argentina terhenti. Patroli laut dan udara yang dilakukan ini membutuhkan waktu yang lama, sehingga dukungan logistik dari pangkalan amat diperlukan, dalam rangka menunjang durasi operasi tersebut.

Disini terbukti bahwa peranan pulau Georgia sebagai pangkalan tampak sangat besar. Dengan keberadaan pangkalan tersebut maka durasi kegiatan Angkatan Laut Inggris menjadi tahan dalam tempo yang cukup lama. Sebenarnya tanpa menggunakan pulau Georgia sebagai pangkalan yang stasioner / menetap, Inggris mampu membuat pangkalan *mobile* dengan menggunakan kapal induk, kapal *Super Bunker Container Mobile* (BCM) dan kapal bantu logistik lainnya, namun pertimbangan dari sisi biaya dan resiko amat besar, karena akan selalu menjadi sasaran pesawat – pesawat tempur, torpedo kapal selam dan rudal kapal perang permukaan lawan, disamping itu juga memiliki resiko terhadap rintangan alam seperti bahaya navigasi dan faktor ganasnya cuaca. Sehingga penggunaan pulau Georgia sebagai pangkalan dalam operasi tersebut sangat tepat.

Pembuktian secara faktual historis di atas jelas menunjukkan betapa pentingnya peranan Pangkalan Angkatan Laut (*Naval Base*) dalam menunjang keberhasilan suatu operasi militer angkatan laut suatu negara.

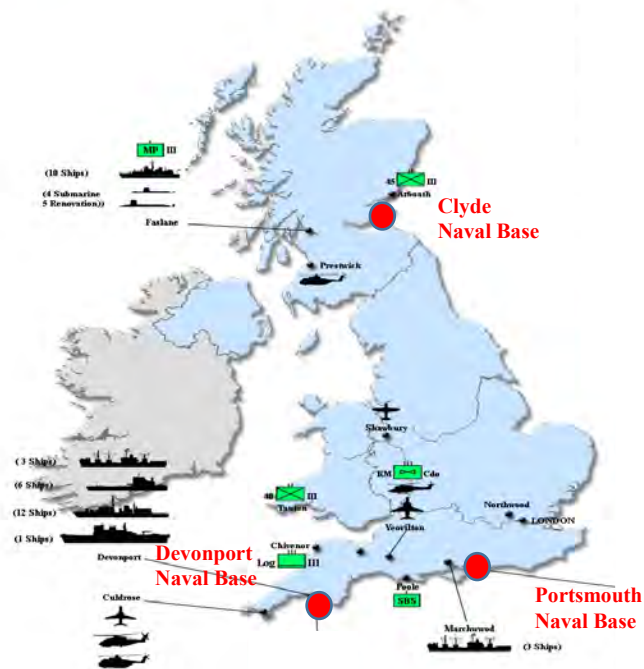
Dalam buku Induk *Departement of US Navy* 2010, Pangkalan Angkatan Laut (*naval base*) yang berada di wilayah kerja suatu negara mempunyai peranan yang sangat penting sebagai tempat pengembangan kekuatan laut ke daerah operasi atau “*Deployment forces position*” dan juga sebagai “*Home Base*” yang memiliki kriteria fungsi sesuai dengan 5 (*five*) R, yaitu: *Rest, Refresh, Refuel, Repair and Replenishment*. Dalam gelar operasi kehadiran di laut sehari – hari pangkalan juga memiliki peranan penting berkenaan dengan penerapan efisiensi dan efektifitas operasi menggunakan taktik pangkalan sebagai titik markas pengamanan wilayah Negara di laut.

Negara Amerika Serikat mempunyai Pangkalan Militer Angkatan Laut yang tersebar di wilayah negara-negara bagiannya bahkan di seluruh dunia, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.1. berikut ini :



Gambar 1.1. Peta Pangkalan Angkatan Laut Amerika Serikat
(Sumber *Departement of US Navy*, 2010)

Gambar 1.1. menunjukkan peta Pangkalan Angkatan Laut negara Amerika Serikat yang terdiri dari 60 lokasi pangkalan yang tersebar di seluruh pantai negara bagian Amerika Serikat dan mengamankan seluruh pantai Amerika Serikat di semua area garis pantai terluar, ini belum termasuk Pangkalan Militer Angkatan Laut Amerika yang tersebar di seluruh penjuru dunia.



Gambar 1.2. Peta Pangkalan Angkatan Laut Inggris
(Sumber *UK Royal Navy*, 2014)

Pada Gambar 1.2. Inggris memiliki 3 Pangkalan Militer Angkatan Laut utama yaitu: **Portsmouth, Devonport and Clyde Naval Bases**. Ketiga pangkalan angkatan laut tersebut mengamankan pantai dan dataran dari sisi Utara, Timur dan Selatan Inggris.



Gambar 1.3. Peta Pangkalan Angkatan Laut Perancis
(Sumber *France La Royale Navy*, 2015)

Gambar 1.3. Perancis mempunyai Pangkalan Militer Angkatan Laut yang tersebar mengelilingi Perancis. Dari sisi Barat-Utara Perancis dicover oleh 5 lokasi Pangkalan meliputi: (1) Brest, (2) Cherbourg, (3) Lorient, (4) La Rochelle dan (4) Bayonne. Dari sisi Timur-Selatan dicover oleh 2 lokasi Pangkalan: (1) Toulone dan (2) Hyeres.

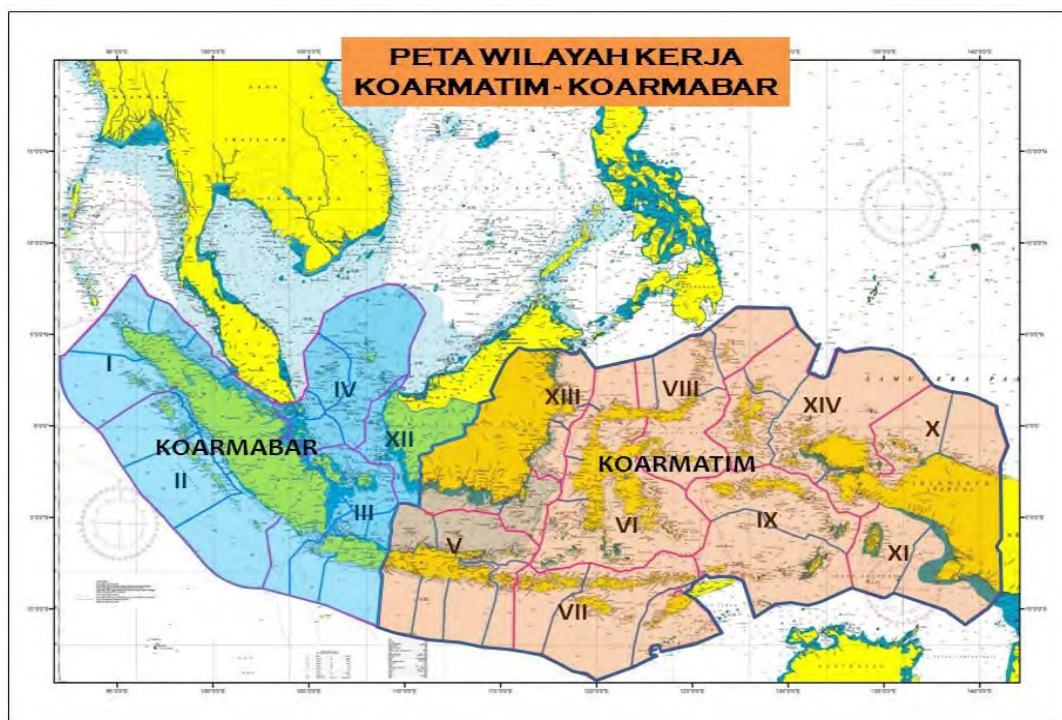
Beberapa hal yang bisa ditelaah dari lokasi Pangkalan Angkatan Laut negara besar yang tergabung dalam DK PBB seperti Amerika Serikat, Inggris dan Perancis adalah:

1. Bahwa lokasi pangkalan angkatan laut selalu berada di daerah pinggiran/perbatasan yang mengelilingi negara tersebut. Hal ini bertujuan agar pangkalan angkatan laut bisa melakukan *cover* pertahanan negara dari ancaman yang berasal dari negara lain melalui jalur laut.
2. Posisi pangkalan angkatan laut selalu berada di garis terluar dari peta geografi negara, dengan tujuan agar bisa menjadi pangkalan aju dan pangkalan bekal ulang bagi kapal-kapal militer negara tersebut.
3. Bahwa lokasi pangkalan angkatan laut tersebut juga tidak berada di dalam pusat negara sehingga jika terjadi ancaman atau serangan militer terhadap pangkalan angkatan laut maka tidak sampai menghancurkan pusat-pusat negara.
4. Posisi pangkalan angkatan laut tidak berada di kota besar atau kota industri yang dapat mengakibatkan tergusur atau terdegradasinya lokasi lahan pangkalan angkatan laut akibat perkembangan dinamika sistem kota tersebut .

Pangkalan Angkatan Laut Indonesia (TNI AL)

Operasi kehadiran di laut oleh kapal TNI AL dan pangkalan TNI AL (*naval base*) sebagai pendukungnya memiliki nilai strategis bagi eksistensi kedaulatan bangsa dan keamanan laut di wilayah yurisdiksi nasional Indonesia. Gangguan keamanan dan kejahatan di laut berupa pencurian kayu dan pencurian ikan oleh kapal asing serta pencurian sumber daya alam lainnya membutuhkan kehadiran Kapal Patroli dan eksistensi Pangkalan TNI AL untuk pengamanan seluruh kepulauan Indonesia dengan luas laut yang mencapai 3,9 juta km². Potensi sumber daya alam di laut yang melimpah merupakan potensi masuknya pelanggaran dan ancaman.

TNI AL membagi wilayah kerja komando menjadi 2 (dua) wilayah Komando Utama, yaitu Komando Armada RI Kawasan Barat (Koarmabar) dan Komando Armada RI Kawasan Timur (Koarmatim). Komando Armada RI Kawasan Barat mempunyai sebanyak 5 daerah wilayah kerja yang meliputi 5 (lima) Pangkalan Utama TNI AL yaitu Lantamal I, II, III, IV dan XII, sedangkan Komando Armada RI Kawasan Timur mempunyai sebanyak 9 wilayah kerja yang meliputi 9 Pangkalan Utama TNI AL (Lantamal) yang meliputi Lantamal V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XIII, XIV Sesuai Gambar 1.4. berikut.



Gambar. 1.4. Peta Wilayah Kerja Komando Armada Barat dan Timur Indonesia
(Sumber Puskodal TNI AL, 2015)

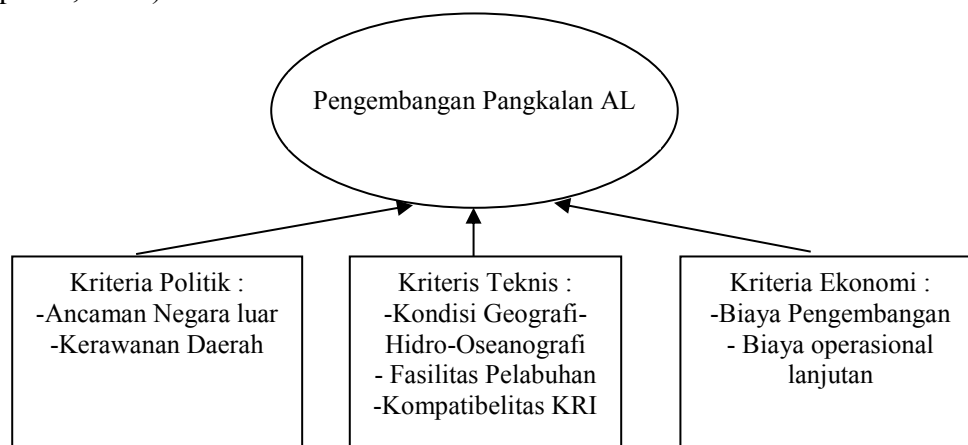
Kepala Staf TNI AL dalam buku Postur TNI AL sd. 2024 telah mencanangkan pengembangan Pangkalan TNI AL guna mendukung operasi pertahanan dan kemandirian laut nusantara. Pengembangan Pangkalan TNI AL sudah menjadi keharusan yang mutlak dan tidak bisa ditawar-tawar lagi, mengingat ancaman dan kejahatan baik dari dalam maupun dari luar NKRI seperti *illegal logging*, *illegal fishing*, perompakan dan pembajakan serta pelanggaran batas wilayah NKRI oleh kapal-kapal negara tetangga semakin banyak terjadi. Komando Armada RI telah melakukan gelar pangkalan untuk mendukung kegiatan operasi kehadiran di laut sehari – hari. Namun ditinjau dari kemampuan dukungan pangkalan dirasakan masih sangat kurang, sehingga pimpinan TNI AL berkehendak untuk melakukan pengembangan pangkalan dan menaikkan status klasifikasinya. Mengingat kondisi anggaran pertahanan negara yang terbatas maka harus ada optimasi dan prioritas dalam upaya pengembangan pangkalan sehingga dapat memberikan kontribusi langsung kepada gelar operasi TNI AL.

Penelitian ini lebih difokuskan untuk melakukan pemilihan pengembangan Pangkalan Angkatan Laut di wilayah kerja Komando Armada RI Kawasan Timur (Koarmatim). Jumlah Pangkalan TNI AL di wilayah kerja Komando Armada RI Kawasan Timur adalah sebanyak 35 Pangkalan (*Naval Base*) yang terdiri dari 9

Pangkalan kelas/tipe A (Lantamal) dan 26 Pangkalan kelas/tipe B (Lanal), yang tersebar mulai dari perairan Laut Jawa di sebelah utara Jawa Tengah sampai ke timur perairan Laut Aru di selatan Papua dan Samudera Pasifik utara.

Beberapa alasan yang mendasari untuk memilih lokus penelitian pada pengembangan Pangkalan TNI AL di wilayah kerja Komando Armada RI Kawasan Timur (Koarmatim) adalah sebagai berikut :

- a. Dari total 59 Pangkalan TNI AL baik tipe A (Lantamal) maupun tipe B (Lanal) di seluruh Indonesia, 35 Pangkalan TNI AL atau 60 % berada di sektor Koarmatim dan 24 Pangkalan atau 40 % berada di sektor Koarmabar, sehingga pengembangan Pangkalan TNI AL lebih banyak ke arah Indonesia Timur.
- b. Jalur Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI 2 & 3) yang merupakan jalur lewatnya kapal-kapal asing berada di sektor Koarmatim.
- c. Potensi konflik kerawanan daerah dan ancaman di laut Cina Selatan (yang berbatasan dengan Malaysia dan Filipina) serta Samudera Hindia (yang berbatasan dengan Australia) berada di wilayah Koarmatim. (Sea Power, Marsetio 2013)
- d. Kondisi teknis alam yang meliputi parameter hidro-oseanografi, angin dan gelombang laut serta peta bencana alam sering terjadi di wilayah timur Indonesia. (BMKG, 2014)
- e. Arah kebijakan pembangunan nasional Indonesia lebih difokuskan ke arah pembangunan dan pengembangan di wilayah terpencil di Indonesia Bagian Timur. (Bappenas, 2010).



Gambar 1.5. Tiga pilar penting dalam pengembangan Pangkalan AL
(Analisa Penulis dari berbagai sumber)

Pada Gambar 1.5 disebutkan bahwa faktor penting dalam Pengembangan Pangkalan Angkatan Laut dipengaruhi oleh 3 (tiga) pilar penting yaitu Politik, Teknis

dan Ekonomi. Dari segi Politik dapat ditinjau dari letak posisi strategis pangkalan di wilayah NKRI dengan tingkat ancaman negara luar / tetangga serta kerawanan daerah, dari segi Teknis ditinjau kondisi goegrafi-oseanografi alam dan pantai di Pangkalan TNI AL, kemampuan fasilitas pelabuhan dan dermaga dalam mendukung kapal kapal TNI AL sedangkan dari segi Ekonomi ditinjau biaya pengembangan pangkalan dan biaya operasional yang ditimbulkan akibat jika suatu lokasi dipilih sebagai Pangkalan militer Angkatan Laut.

Pengembangan Pangkalan Angkatan Laut memerlukan sumber daya yang sangat besar. Oleh karena itu diperlukan suatu perhitungan dan pertimbangan yang strategis untuk memutuskan pengembangan suatu lokasi Pangkalan. Tujuan dari adanya analisa dan pertimbangan ini adalah untuk menghindari adanya degradasi Pangkalan Angkatan Laut sebagai akibat dari perubahan dan dinamika sistem yang berkembang dan berubah, baik karena faktor alam maupun faktor non alam, seperti politik dan ekonomi.

Degradasi Pangkalan AL adalah suatu kondisi dimana Pangkalan tidak lagi berfungsi secara asasi sebagai suatu Pangkalan Angkatan Laut. Pangkalan AL tidak lagi berfungsi sebagai titik bekal ulang KRI, tidak lagi berfungsi menjadi penjaga stabilitas integrasi negara dan tidak lagi berfungsi sebagai penangkal ancaman dari negara lain melalui laut dan pantai. Setiap lokasi Pangkalan militer TNI AL memiliki karakteristik dan pengaruh dari kriteria politik, teknis dan ekonomi yang berbeda-beda dalam mendukung integritas wilayah RI, sehingga perlu dilakukan analisa kajian dan optimasi untuk memilih lokasi pengembangan pangkalan TNI AL. Mengingat sangat kompleksnya permasalahan yang dihadapi dalam pemilihan pengembangan pangkalan TNI AL, maka perlu dilakukan kajian dan penelusuran data yang lebih dalam untuk membuat sebuah model yang representatif. Model ini tentu harus dapat mengakomodasi seluruh lingkup permasalahan dalam pengembangan pangkalan, sehingga model ini diharapkan dapat memilih pangkalan mana yang optimum dan *feasible* untuk dikembangkan.

Pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut adalah suatu proses pengambilan keputusan dengan banyak kriteria MCDM (*Multi Criteria Decision Making*), yang merupakan suatu metoda dengan multi alternatif pilihan yang melibatkan unsur-unsur obyektifitas dan subyektifitas kriteria, juga melibatkan data-data / variabel yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Kompleksnya variabel dan hubungan

ketergantungan antar variabel dalam sistem, serta subyektifitas para *decision maker* dapat menimbulkan ketidakpastian. Disini logika *fuzzy*, (Zimmerman 1985) berperan untuk mengakomodasikan ketidakpastian yang sering muncul pada saat sistem tersebut dibangun, sehingga kombinasinya menghasilkan metode *Fuzzy MCDM*.

Pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut adalah bukan untuk kondisi saat ini saja akan tetapi juga harus mempertimbangkan faktor sustainabilitas lokasi akibat perubahan dinamika sistem, sehingga model *system dynamic* perlu dikembangkan dalam permasalahan ini. *System dynamic* adalah suatu metode yang digunakan untuk mendeskripsikan, memodelkan, dan mensimulasikan suatu sistem yang dinamis dari waktu ke waktu terus berubah (J.W Forrester 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun suatu model pemecahan masalah yang lebih lengkap dan komprehensif dengan tidak hanya memilih lokasi Pangkalan TNI AL yang strategis untuk dikembangkan, akan tetapi juga menganalisa keberadaan dan keberlanjutan lokasi Pangkalan TNI AL tersebut, dengan mempertimbangkan berbagai macam dan kompleksitas faktor-faktor penting yang mempengaruhinya. Pengembangan model optimasi pemilihan lokasi ditekankan kepada pemilihan lokasi terbaik yang berkelanjutan (*sustainable*), karena optimasi bukan hanya untuk kondisi *at present*/saat ini atau saat model dibentuk, tetapi juga harus dipertimbangkan ke depan keberlanjutan sistem dari lokasi terpilih. Dalam disertasi ini penulis akan mengembangkan teknik pemilihan lokasi Pangkalan AL dengan pengembangan konsep *Set Covering* dilanjutkan dengan pengembangan konsep *Fuzzy MCDM* yang kemudian diintegrasikan dengan model *System Dynamic* untuk keberlanjutan lokasi Pangkalan Angkatan Laut. Konsep metode-metode ini secara parsial telah banyak digunakan para peneliti maupun ilmuwan, namun demikian penggunaan secara bersamaan dan pengembangan yang terintegrasi, sejauh ini belum pernah dilakukan. Penelitian ini membuat pengembangan dan modifikasi dari metode-metode tersebut menjadi satu kesatuan model yang utuh, yang sistematis dan sesuai (*suitable*) dalam pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut, yang diharapkan menjadi hal keterbaruan dalam penelitian disertasi ini.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan beberapa latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya maka permasalahan dalam penelitian disertasi ini dapat dirumuskan sbb. :

- a. Bagaimana melakukan pemodelan multi-kriteria dalam penentuan lokasi Pangkalan Angkatan Laut, dihadapkan pada aspek-aspek penting (politik, teknis dan ekonomi) sebagai suatu sistem yang berinteraksi terhadap Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan dalam mendukung ketahanan dan keamanan laut Republik Indonesia.
- b. Bagaimana memetakan penilaian aspek-aspek penting dari (a) kriteria politik: kerawanan daerah dan posisi strategis wilayah, (b) kriteria teknis: kondisi geografi, geologi dan hidro-oseanografi pantai, fasilitas sandar pelabuhan, kompatibilitas dan dispersi KRI serta (c) kriteria ekonomi: biaya pengembangan dan pengaruh perkembangan industri jasa maritim yang mempengaruhi keberadaan pangkalan, sebagai suatu model dan sistem untuk mengetahui sustainabilitas / keberlanjutan Pangkalan Angkatan Laut.
- c. Dimanakah lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang terpilih dikembangkan statusnya, dari sekian banyak alternatif lokasi existing di wilayah kerja Koarmatim.
- d. Bagaimanakah menganalisa keberlanjutan Pangkalan Angkatan Laut yang terpilih sebagai suatu Pangkalan Angkatan Laut yang *sustainable* dengan membuat skenario-skenario peluang, ancaman dan kebijakan di masa yang akan datang.

1.3. Batasan Masalah

- a. Variabel keputusan awal adalah lokasi yang sudah ada / *existing* 26 Pangkalan TNI AL tipe B di wilayah Komando Armada RI Kawasan Timur. Proses seleksi pertama berdasarkan lokasi potensi bencana alam, yang dibatasi pada bencana gempa dan tsunami adalah mutlak, artinya lokasi Pangkalan TNI AL yang berada di daerah patahan / *seismic* gempa yang dapat mengakibatkan bencana alam gempa dan tsunami adalah secara mutlak tidak terpilih untuk dikembangkan sebagai pangkalan.

b. Proses selanjutnya adalah pembangunan model yang merupakan pengembangan konsep *Set Covering*, dilanjutkan dengan pengembangan konsep *Fuzzy MCDM* yang diintegrasikan dengan konsep *System Dynamic* menjadi satu kesatuan Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut berbasis keberlanjutan. Validasi Model dilakukan dalam uji struktur model, uji kecukupan batasan, uji parameter dan uji perilaku model.

c. Kriteria-kriteria yang diambil dalam pemilihan lokasi pengembangan Pangkalan TNI AL merujuk pada studi literatur Pangkalan Angkatan Laut di dunia, *brainstroming* dan wawancara dengan para *expert* serta Buku Standardisasi Pangkalan TNI AL yang diterbitkan oleh Mabesal, meliputi aspek :

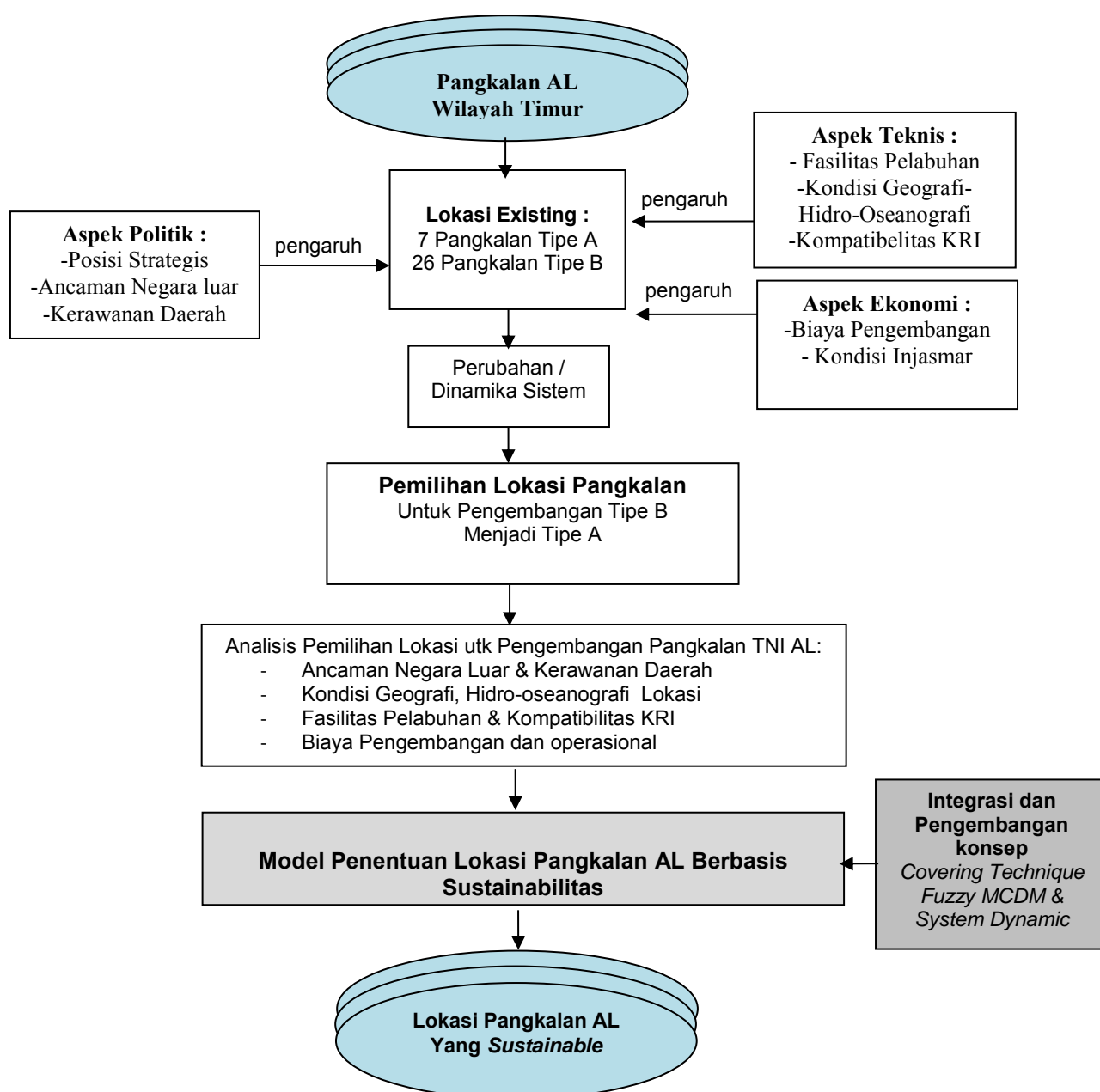
1. Politik :
 - a. Kerawanan daerah
 - b. Posisi strategis wilayah
2. Teknis :
 - a. Hidro-oseanografi (bathymetri, tinggi gelombang, sedimentasi, pasang surut)
 - b. Aksesibilitas (kemudahan transportasi hinterland dan ketersediaan logistik)
 - c. Ketersediaan Pendukung Fasilitas Perbaikan KRI
3. Ekonomi :
 - a. Biaya pengembangan
 - b. Potensi perkembangan bisnis maritim daerah.

d. Skenario kebijakan untuk sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut yang terpilih, dilakukan dalam 2 dimensi waktu yaitu : selama kurun waktu 15 tahun, dan 30 tahun, berdasarkan ancaman dari Laut Cina Selatan, Blok Ambalat dan Perairan Papua-Kupang-Australia. Stakeholder atau *player* yang berperan dalam skenario kebijakan dilaksanakan oleh TNI AL dan Pemerintah dalam bentuk *game theory*.

1.4. Tujuan Penelitian.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan suatu Model Penentuan Lokasi Pangkalan AL berbasis sustainabilitas/keberlanjutan dalam rangka mendukung ketahanan dan keamanan laut, dengan mempertimbangkan kompleksitas faktor-faktor yang mempengaruhinya sebagai akibat perubahan dinamika sistem, dengan *case study* pengembangan Pangkalan AL wilayah timur Indonesia.

1.5. Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 1.6. Kerangka Konseptual Penelitian

Gambar 1.6. Kerangka konseptual penelitian, Pangkalan Angkatan Laut Indonesia wilayah timur memiliki lokasi eksisting sebanyak 7 Pangkalan tipe A dan 26 Pangkalan tipe B. Sebagai suatu pelabuhan militer, pangkalan angkatan laut memiliki fungsi penyedia dukungan logistik, personel dan persenjataan mendapat pengaruh yang terus berubah berdasarkan dinamika sistem yang meliputi aspek-aspek teknis, ekonomi, dan politik.

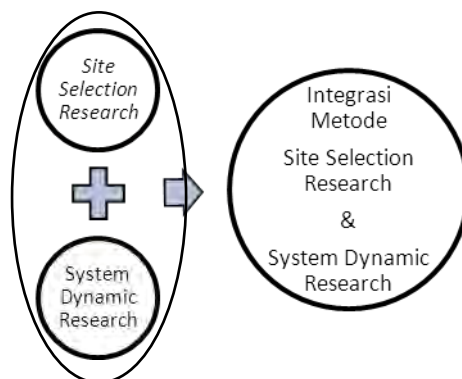
Peran dan pengaruh ketiga aspek tersebut adalah sebagai berikut : pada aspek teknis, variabel yang mempengaruhinya adalah kondisi teknis fasilitas pangkalan yang meliputi alur pelayaran, kemampuan dukungan BBM, air tawar, kondisi dermaga, kemampuan docking juga termasuk kondisi oseanografi, kondisi geologi dan geografi. Pada aspek ekonomi variabel yang mempengaruhinya adalah biaya pengembangan pangkalan dan biaya operasional pangkalan. Variabel aspek ekonomi lainnya adalah kondisi perkembangan industri jasa maritim di daerah sekitar pangkalan yang secara langsung dan tidak langsung mempengaruhi keberadaan dan ketersediaan lahan pangkalan. Selanjutnya pada aspek politik, variabel yang berpengaruh signifikan adalah posisi strategis wilayah pangkalan, ancaman negara luar dan kondisi kerawanan daerah laut di sekitar pangkalan.

Pada Gambar 1.6 juga dapat dilihat bahwa pengaruh dari ketiga aspek memberikan suatu perubahan dinamika sistem terhadap lokasi eksisting pangkalan. Dalam proses penentuan lokasi pengembangan Pangkalan Angkatan Laut dari tipe B (kecil) menjadi tipe A (utama) diperlukan pertimbangan-pertimbangan yang mendasar terutama unsur keberlanjutan. Proses penentuan lokasi sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut adalah merupakan analisa keberlanjutan lokasi berdasarkan variabel ancaman negara Luar & kerawanan daerah, kondisi geografi, hidro-oseanografi lokasi, fasilitas pelabuhan & kompatibilitas KRI serta, biaya pengembangan dan operasional Pangkalan sebagai suatu sistem yang berinteraksi.

Kesesuaian antara permasalahan dengan metode yang dipakai untuk penyelesaian masalah merupakan hal yang sangat penting dan kritis dianalisa. Dengan kondisi seperti ini maka diperlukan suatu Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang berbasiskan sustainabilitas / keberlanjutan. Model ini merupakan pengembangan dari konsep teori *Set Covering-Fuzzy MCDM-System Dynamic Research* yang sangat sesuai diterapkan dengan *output* atau hasil dari konseptual berupa Model Penentuan Lokasi berbasiskan *Sustainable* / berkelanjutan.

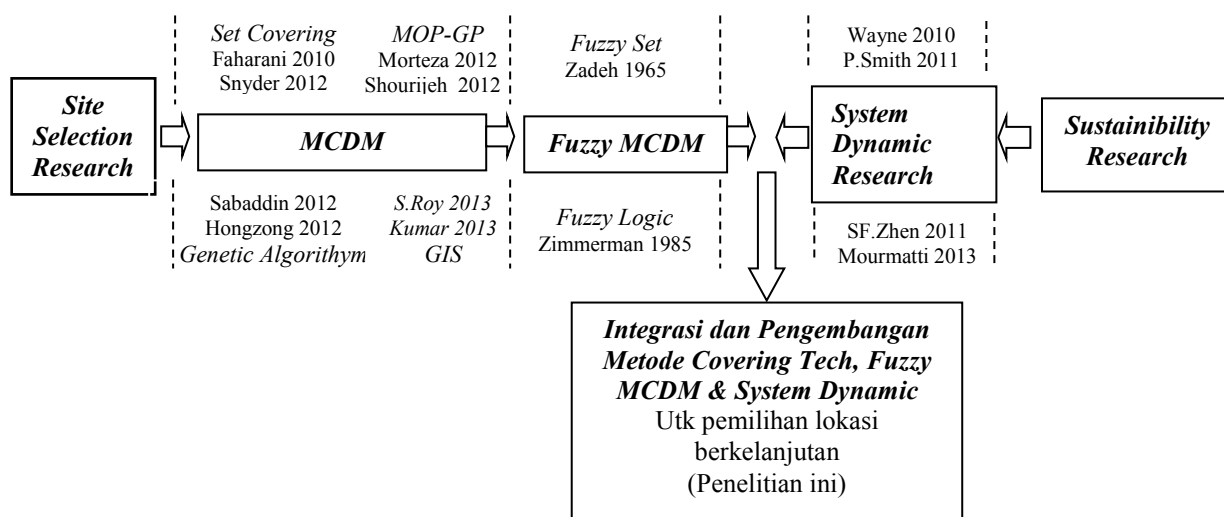
1.6. Road Map Penelitian

Penelitian tentang pemilihan lokasi (*site selection*) secara umum telah banyak dilakukan. Metode optimasi dalam pemilihan lokasi juga sudah banyak diaplikasikan dan dikembangkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. *Road Map* penelitian diawali sesuai Gambar 1.7. berikut ini:



Gambar 1.7. Integrasi *Site Selection & System Dynamic Research*

Pada Gambar 1.7 ditunjukkan bahwa penelitian disertasi ini menjembatani dan mengintegrasikan antara teknik pemilihan lokasi (*site selection research*) yang sudah dilakukan peneliti peneliti sebelumnya dengan metoda sistem dinamis keberlanjutan suatu sistem (*System Dynamic Research*). Secara lebih detail, *Road Map* penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 1.8 berikut ini :



Gambar 1.8. Road Map Penelitian

Pada Gambar 1.8. *Road Map* Penelitian disebutkan bahwa Faharani et al 2010 melakukan optimasi pemilihan lokasi gudang logistik militer dengan mengkombinasikan model *set covering* dan *MCDM* dengan banyak kriteria faktor pemilihan, meliputi : iklim, geologi, faktor militer, ekonomi dan infrastruktur.

Hongzong et al 2010 mengoptimasikan pemilihan lokasi fasilitas suplai medis dengan metode *Maximal covering problem* dan *Genetic algorithm*. Selanjutnya *Morteza et al* 2012 dalam penelitiannya tentang optimasi penempatan lokasi *Telecenters* dengan menggunakan metoda *Mathematical optimization model* yang dikombinasikan dengan *Multiobjective Optimization Problem (MOP) Goal Programming*. *Kumar et al* 2013 melakukan optimasi pemilihan lokasi *wind turbine* dengan metode *fuzzy logic* dan *GIS*, menggunakan 3 parameter yang bersifat kualitatif yaitu kondisi lingkungan lokasi, kondisi fisik lokasi dan faktor manusia. Namun demikian penelitian-penelitian di atas belum mempertimbangkan bagaimana keberlanjutan lokasi terpilih, yang dihadapkan pada dinamika sistem.

Di satu sisi keberlanjutan (*sustainable*) sistem pada lokasi yang terpilih adalah hal yang sangat penting, mengingat upaya optimasi adalah bukan hanya untuk hasil optimal saat ini akan tetapi juga harus mempertimbangkan keberlanjutannya di masa depan. *Jay W Forester* 1998 menyampaikan model sistem dinamik sangat sesuai untuk menyelesaikan permasalahan keberlanjutan suatu sistem di masa depan. Selanjutnya penelitian *Wayne et al* 2010 yang menerapkan model sistem dinamik untuk memilih regulasi terbaik pada keberlanjutan suatu sistem perikanan *Yellowtail Rockfish* AS. Kemudian *Phillips Smith et al* 2011 menerapkan sistem dinamik untuk melakukan simulasi kebijakan tentang keberlanjutan lokasi pariwisata di Bali dari aspek ekonomi, budaya dan pariwisata. Selanjutnya penelitian *SF. Zhan et al* 2011 mengembangkan model sistem dinamik dalam percepatan kawasan urbanisasi di China yang berkelanjutan dengan membuat sub-sub model yang mengintegrasikan faktor-faktor *environment, society dan economic* dalam pengelolaan kawasan yang terbaik. Demikian juga penelitian *Mauromatti et al* 2013 yang mengaplikasikan sistem dinamik, dengan beberapa skenario kebijakan ekologi, sosial dan ekonomi untuk operasional wilayah pantai yang berkelanjutan,.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut di atas, penulis dapat menganalisa bahwa ada satu hal yang bisa dikembangkan dalam teknik-teknik / metoda optimasi di bidang pemilihan lokasi, yaitu keberlanjutan (*sustainable*) dari lokasi terpilih. Keberlanjutan sistem pada lokasi yang terpilih adalah hal yang sangat penting, mengingat upaya optimasi adalah bukan hanya untuk hasil optimal saat ini akan tetapi juga harus mempertimbangkan keberlanjutannya. Hal inilah yang belum pernah dibahas pada penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga menjadi salah satu topik

originalitas dan kebaharuan (*novelty*) disertasi ini, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1. Posisi Penelitian berikut ini :

Tabel 1.1. Posisi dan Gap Penelitian

Nama Peneliti	Tahun	Aspek Pembahasan	Cakupan Model	Metodologi	
				Opt. Site Selection	System Dynamic
SA. Snyder et al	2010	Skenario optimasi pemilihan lokasi reservoir dinamis - USA	-Integer Program -Maximal Covering	V	-
R. Fahreni, Asgari	2010	Pemilihan lokasi fasilitas logistik militer Iran	-MCDM -Set Covering	V	-
Hongzhong, Ordonez	2010	Pemilihan lokasi fasilitas suplai medis USA	-MCDM -Genetic Algorithm	V	-
Y-C. Chen et al	2010	Pemilihan lokasi terbaik "environment watershed plan" China	-Fuzzy Logic -MCDM	V	
Shourijeh, Kermanshah	2012	Penempatan lokasi telecenter USA, Iran	-MOP -Goal Programming	V	-
Sabbadin, D Spring	2012	Pemilihan lokasi Reservoir dinamis- USA	-Dynamic Program	V	-
Kumar, Souvonik Roy	2013	Pemilihan lokasi wind turbine Gujarat India	-Fuzzy Logic -G.I.S	V	-
Penelitian ini	2014	Pemilihan lokasi Pangkalan TNI-AL Berkelanjutan (sustainable)	Fuzzy MCDM Set Covering System Dynamic	V	V
Patterson et al	2013	Keberlanjutan lokasi Pariwisata dari integrasi aspek lingkungan, sosial dan ekonomi (Rep. Dominica)	System Dynamic	-	V
Wayne et al	2010	Keberlanjutan Sistem Perikanan Yellowtail Rockfish AS	System Dynamic	-	V
YC Chang et al	2010	Sustainable Coral Reef Management In Kenting Coastal Zone	System Dynamic	-	V
Phillips smith et al	2011	Keberlanjutan lokasi Pengembangan & Pembangunan pulau Bali dari aspek ekonomi, budaya, pariwisata	System Dynamic	-	V
Elrefaie et al	2012	Keberlanjutan sistem "Coastal Nature Conservation" Mesir	System Dynamic	-	V
Angerhofer et al	2010	Model sistem dinamik dlm manajemen Keberlanjutan supply chain	System Dynamic	-	V
SF. Zhan et al.	2011	Keberlanjutan sistem ekologi dan ekonomi dalam percepatan kawasan urbanisasi di China	System Dynamic	-	V
TV. Mai et al	2011	System Thinking For Sustainable Tourism In The Cat Ba Biosphere Reserve	System Dynamic	-	V
C. Ma et al	2012	Simulation Modeling For Wetland Utilization And Protection Based On System Dynamic Model In A Coastal City	System Dynamic	-	V
Mauromatti et al	2013	Operationalizing Sustainability In Urban Coastal Systems	System Dynamic	-	V

1.7. Kebaruan (*novelty*) dan Originalitas

Adanya kebaruan dapat dikatakan sebagai salah satu kriteria yang harus dipenuhi atau ditunjukkan dalam sebuah penelitian disertasi doktor, agar penelitian tersebut menghasilkan temuan yang bernilai atau bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Salah satu peristiwa (*event*) yang dapat dijadikan landasan untuk menunjukkan kebaruan hasil penelitian adalah metoda dan fenomena yang terjadi atau persoalan yang dihadapi untuk kemudian dikembangkan sebagai sesuatu model dan fenomena baru yang dapat dicari pemecahannya (*solved*) yang lebih baik melalui kegiatan ilmiah yang dilakukan secara sistematis dalam kegiatan penelitian (*research*).

Untuk menentukan originalitas penelitian disertasi ini, ada 2 (dua) pendekatan yang diambil yaitu **obyek penelitian** dan **metode** yang digunakan. Secara akademis penelitian ini belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya baik secara obyek maupun metode. Obyek penelitian ini diarahkan pada optimasi pemilihan lokasi yang berkelanjutan pada pelabuhan militer dalam hal ini Pangkalan Angkatan Laut Indonesia dengan memperhatikan kriteria-kriteria penting dari segi politik, teknis dan ekonomi, dengan menggunakan pengembangan dari konsep teori *set covering* dan pengembangan konsep *Fuzzy-MCDM* yang diintegrasikan dengan konsep metode *System Dynamic*. Konsep dan metode-metode ini secara parsial telah banyak digunakan para peneliti maupun ilmuwan sebelumnya, namun demikian penggunaan secara bersamaan dan terintegrasi belum pernah dilakukan.

Secara detail Originalitas dan Kebaharuan (*Novelty*) yang disajikan dalam penelitian disertasi ini meliputi beberapa hal sbb. :

1. Temuan penelitian berupa : Model Penentuan Lokasi Berbasis Sustainabilitas, dengan *case study* Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Indonesia. Model ini merupakan pengembangan konsep teori *Set Covering* yang dilanjutkan dengan integrasi dan pengembangan konsep *Fuzzy MCDM* dengan konsep *System Dynamic* menjadi satu kesatuan model yang terintegrasi.
2. Model ini dapat digunakan untuk :
 - a. Penentuan lokasi terbaik Pangkalan Angkatan Laut atau lokasi lainnya.
 - b. Mengukur sustainabilitas/keberlanjutan Pangkalan Angkatan Laut atau lokasi lainnya dalam dimensi waktu, spasial dan aspek tertentu.
 - c. Menentukan kebijakan *treatment* / perbaikan apa yang harus dilakukan untuk meningkatkan Sustainabilitas Pangkalan atau lokasi tertentu lainnya.

3. Analisa terpadu untuk mengidentifikasi kompleksitas dari faktor-faktor teknis, politik dan ekonomi sebagai suatu sistem yang berinteraksi dalam pemilihan lokasi Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.
4. Analisa dan perumusan skenario-skenario kebijakan yang meliputi peluang dan ancaman, yang memberikan respons dalam penentuan lokasi Pangkalan Angkatan Laut berbasis keberlanjutan.

1.8. Kontribusi dan Manfaat Penelitian

Kontribusi dan manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Secara akademis penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan khasanah ilmu pengetahuan baru dalam teknik optimasi pemilihan sebuah lokasi yang berkelanjutan, pada umumnya, dan penentuan lokasi pelabuhan militer dalam hal ini Pangkalan Angkatan Laut berbasis keberlanjutan pada khususnya.
- b. Secara praktisi umum Pemodelan Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut berbasis keberlanjutan ini dapat memberikan masukan kepada Institusi Angkatan Laut negara manapun di dunia dalam merencanakan pengembangan pangkalan-pangkalan Angkatan Laut (*Naval Base Development*) di wilayah masing masing sesuai tingkat kondisi dan situasi masing-masing.
- c. Secara khusus dapat memberikan masukan kepada institusi TNI-AL (*Indonesian Navy*) dalam perencanaan, pengembangan dan pemilihan lokasi Pangkalan-Pangkalan TNI AL di wilayah Republik Indonesia dalam menghadapi dinamika sistem di masa yang akan datang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Riset Operasi dan Pemodelan

Menurut Hamdy A. Taha (1996) Riset Operasi adalah disiplin ilmu yang digunakan dalam pendekatan untuk pengambilan keputusan, yang ditandai dengan penggunaan pengetahuan ilmiah, yang bertujuan menentukan penggunaan terbaik dari sumber daya yang terbatas. Riset Operasi juga didefinisikan sebagai ilmu yang berkenaan dengan pengambilan keputusan yang optimal dalam penyusunan model dari sistem-sistem baik *detrministic* maupun *probabilistic* yang berasal dari kehidupan nyata yang ditandai dengan kebutuhan untuk mengalokasikan sumber daya yang terbatas.

Riset operasi adalah penerapan metode ilmiah terhadap masalah kompleks yang muncul dari pengelolaan sistem yaitu : manusia, mesin, pemerintah dan pertahanan. Tujuannya untuk pengambilan keputusan dalam menentukan kebijaksanaan atau tindakan secara ilmiah. Permasalahan yang ada dapat dipecahkan secara optimal (*Operation Research Society of Great Britain*). Pola penerapan Riset Operasi meliputi perumusan masalah, pembentukan model, penyelesaian masalah, validasi model dan penerapan hasil akhir. Masalah OR berkembang luas sehingga mencakup masalah lokasi-alokasi, antrian, transportasi, jaringan dan *game*. Peneliti Inggris selama Perang Dunia II menggunakan OR untuk mendapatkan lokasi-alokasi tempat yang optimum dari sumber daya peperangan yang terbatas dan langka, juga digunakan oleh U.S Air Force dengan dibentuknya tim SCOOP (*Scientific Computation of Optimum Program*)

2.2. Konsep *Multiple Criteria Decision Making*.

2.2.1 Pendahuluan

Permasalahan dengan kriteria-jamak dapat didefinisikan sebagai sebuah situasi dimana sebuah kriteria menjadi pertimbangan untuk memilih sebuah alternatif yang digunakan untuk:

1. Menentukan alternatif terbaik atau sekumpulan dari alternatif terbaik (permasalahan pilihan), atau

2. Merangking alternatif dan yang terbaik ke yang terburuk (permasalahan rangking), atau
3. Membagi set alternatif ke dalam subset alternatif berdasarkan beberapa aturan (permasalahan pengurutan).

Berbagai macam teori dan metode digunakan untuk penyelesaian masalah pengambilan keputusan dengan multi variat, salah satu dari metode tersebut adalah *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM).

Dalam suatu pemilihan lokasi secara umum atau lebih khususnya Pemilihan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut, kita sering dihadapkan pada beberapa kategori untuk menyeleksi atau memilih lokasi alternatif yang terbaik (permasalahan pilihan) dan memprioritaskan alternatif yang terbaik (permasalahan prioritas). *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang terdiri atas teori-teori, proses-proses, dan metode analitik untuk pengambilan keputusan yang melibatkan ketidakpastian, dinamika, dan aspek multi kriteria dan keputusan. Dalam pemakaian metode optimasi konvensional cakupan umumnya hanya dibatasi pada satu kriteria pemilihan, dimana pemilihan yang diambil adalah pilihan yang paling memenuhi *objective function*. Akan tetapi masalah yang dihadapi khususnya pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut tidaklah sesederhana itu. Ada kalanya pertimbangan- pertimbangan *subjective* juga harus dimasukkan ke dalam proses pembuatan keputusan. Untuk itu metode MCDM ini memberikan alternatif untuk memanfaatkan pertimbangan objektif dan subjektif sebagai basis dalam pembuatan keputusan.

Ada dua kelompok dalam MCDM, yaitu kelompok yang dalam pemilihannya berdasarkan sintesa terhadap atribut pilihan berupa *Objective Function* atau sering disebut dengan *Multiple Objective Decision Making* (MODM) dan kelompok penentuan keputusan berdasarkan atribut-atribut yang dipilih atau sering dikenal dengan istilah *Multiple Attribute Decision Making* (MADM).

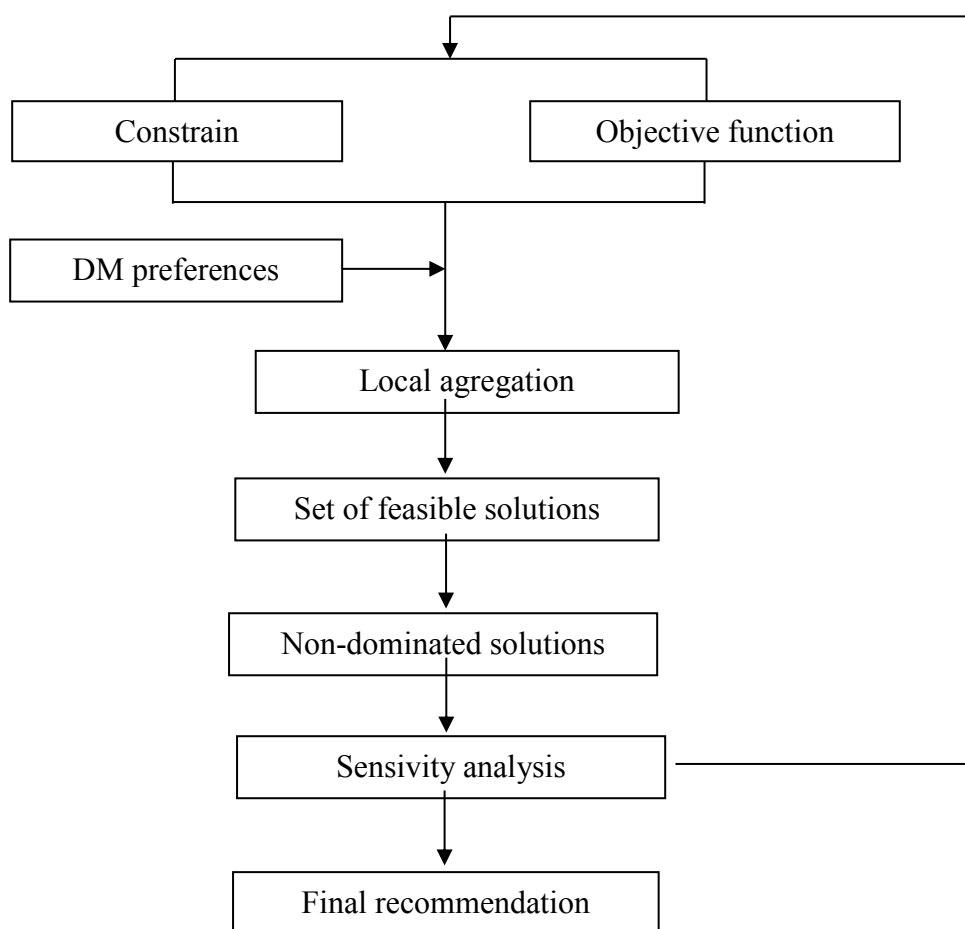
Multiple Objective Decision Making (MODM) memakai pendekatan optimasi, sehingga untuk menyelesaikannya harus dicari terlebih dahulu model matematis dari persoalan yang akan dipecahkan. Kemudian barulah dimaksimumkan atau diminimumkan sesuai model matematis yang telah didapatkan. Sedangkan pada *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) menggunakan pendekatan seleksi

dengan menetapkan terlebih dahulu atribut kuantitatif dan atribut kualitatif dari komponen-komponen yang akan diseleksi.

Multiple Criteria Decision Making (MCDM) adalah terminologi yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dimana ada dua atau lebih kriteria yang tidak sepadan dan bertentangan. Sehingga dengan adanya pendekatan MCDM diharapkan untuk mendapatkan alternatif “terbaik”. Ketidak-tentuan dalam MCDM biasanya dimodelkan dengan random atau kekaburan. Dalam kasus ini konsep utama dari parameter tidak tentu dipertimbangkan sebagai *variable* acak. Pendekatan kedua, parameter tidak tentu dimodelkan sebagai bilangan *fuzzy*, dan hasil dari penyelesaian *fuzzy* dirubah dengan sebuah nilai *crisp* dengan metodologi *defuzzifikasi* yang tentu.

2.2.2. Multiple Objective Decision Making (MODM)

Multiple Objective Decision Making (MODM) merupakan salah satu bagian dari teori pengambilan keputusan, sesuai langkah pada Gambar 2.1. berikut.



Gambar 2.1. Model Umum MODM

Gambar 2.1. Model Umum MADM, Subyek dari MODM adalah permasalahan dengan multi (lebih dari satu) tujuan. Pada kenyataannya kesulitan utama dalam permasalahan MODM adalah metode tersebut membutuhkan pemecahan yang sangat kompleks. Dalam satu penanganan, alternative-alternatif harus dikalkulasikan untuk efisiensi, sedangkan dalam penanganan yang lain seorang pengambil keputusan harus memutuskan diantara beberapa alternatif karena lazimnya hanya dibutuhkan satu alternatif dalam setiap permasalahan. Berdasarkan struktur permasalahan, satu atau dua bagian dalam permasalahan MODM (perhitungan atau pemilihan alternatif) difokuskan salah satunya dalam strategi penyelesaian.

Fakta lain yang menjadi alasan begitu kompleksnya permasalahan yang terdapat di dalam metode MODM adalah tujuan-tujuan yang dipertimbangkan seringkali bertentangan. Hal ini menyebabkan satu keputusan akhir yang sudah pasti, berkembang menjadi lebih buruk dengan dua atau bahkan tiga keputusan akhir.

Secara umum metode MODM dapat dinyatakan dalam persamaan matematis sebagai berikut: $\max [f_1(x), \dots, f_k(x)]$ dengan kendala (*constraint*) :

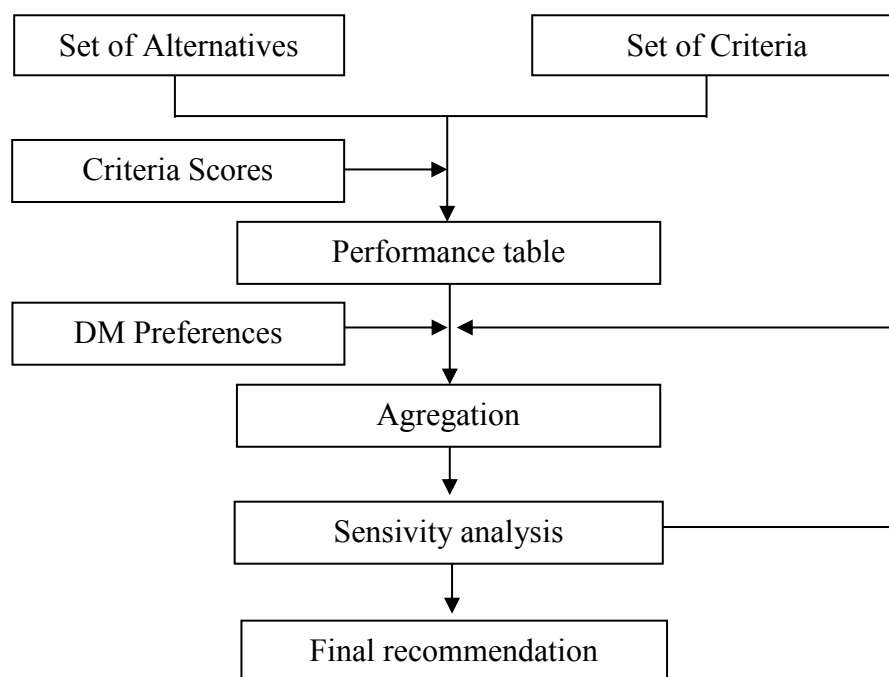
$$g_i(x) \leq 0, \text{ for } i = 1, \dots, m, x \in X \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan X adalah beberapa subset dari R^n , f_i adalah fungsi-fungsi tujuan, dan g_i adalah batasan-batasan. Termasuk di dalamnya adalah variabel-variabel keputusan n , batasan-batasan m , dan tujuan-tujuan k . Kemungkinan dari beberapa atau seluruh fungsi tersebut adalah nonlinear. Persamaan di atas juga dikenal sebagai *vector maximum problem* atau VMP. Model Umum MODM, *Multiple Objective Decision Making* memakai pendekatan optimasi, sehingga untuk menyelesaikannya harus dicari terlebih dahulu model matematis dari persoalan yang akan dipecahkan. Kemudian barulah dimaksimumkan atau diminimumkan sesuai model matematis yang telah didapatkan.

2.2.3 Multiple Attribute Decision Making (MADM)

Multiple Attribute Decision Making (MADM) menggunakan pendekatan optimasi seleksi dengan menetapkan terlebih dahulu atribut kuantitatif dan atribut kualitatif dari komponen-komponen yang akan diseleksi. Dimana kriteria pertimbangan-pertimbangan dalam melakukan suatu pemilihan tidak dapat dikuantifikasikan keseluruhannya, karena data kriteria bisa berupa data kualitatif dan kuantitatif sehingga proses seleksi cenderung memenuhi kriteria MADM. Selain itu,

beberapa alasan dipilihnya MADM adalah karena mudah digunakan oleh semua pihak, MADM mempunyai kemudahan dan kejelasan alur dalam menyelesaikan masalah sehingga ada kemungkinan dikembangkan untuk persoalan yang lebih rumit dan persoalan MADM lebih mudah untuk dikomputerisasi dalam penghitungan dan memberikan lebih banyak pengembangan teori dan pemrograman komputer, seperti yang dijelaskan langkah-langkahnya pada Gambar 2.2. Model Umum MADM sebagai berikut :



Gambar 2.2. Model Umum MADM

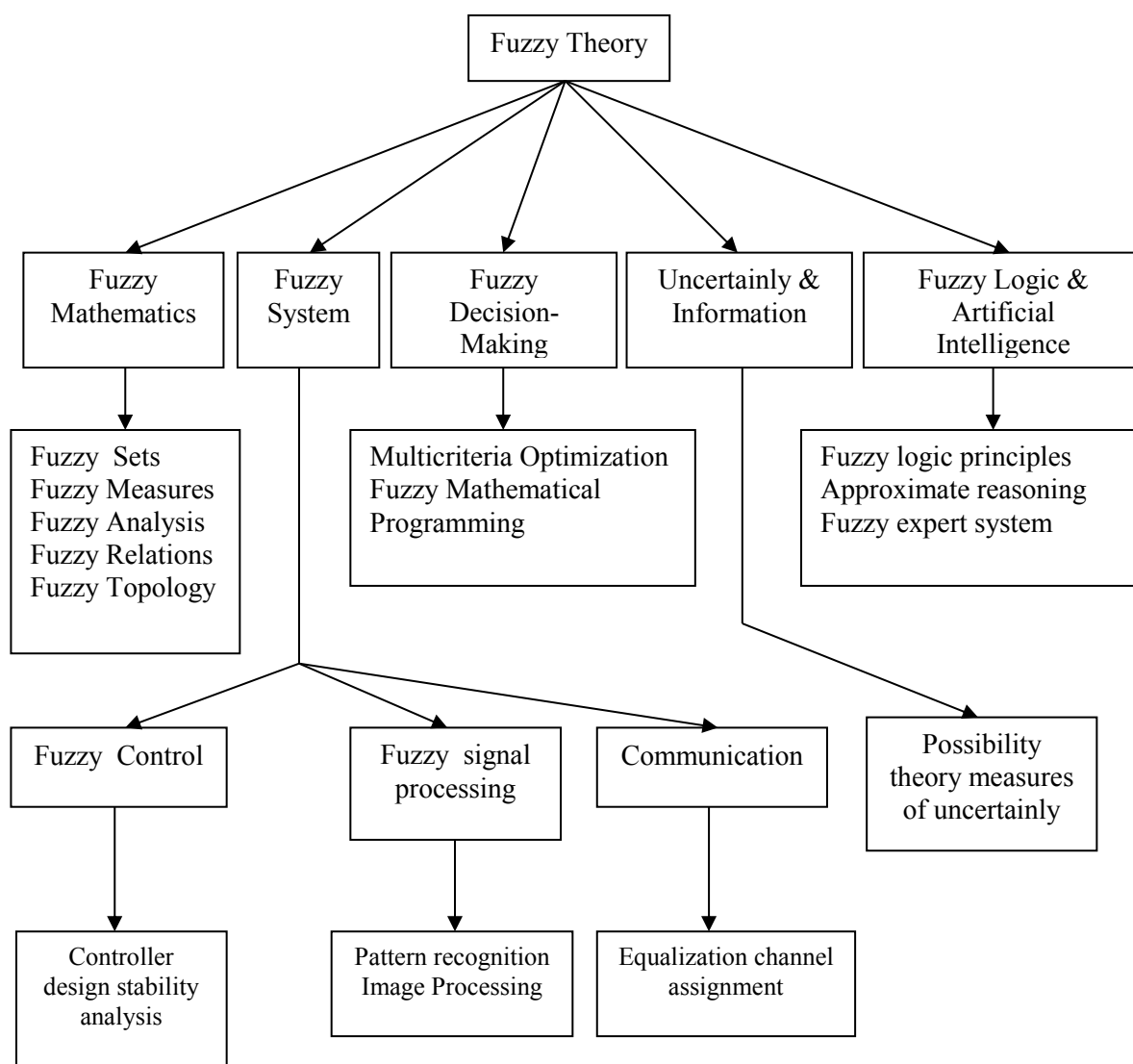
Gambar 2.2. Model umum MADM, langkah pertama dalam model MADM ini adalah penentuan kriteria-kriteria terhadap tujuan atau *goal*, dan penentuan beberapa alternatif pilihan. Selanjutnya mengukur atau mengidentifikasi preferensi dari para DM (*Decision Maker*) berdasarkan kuisisioner yang disusun untuk mendapatkan skor dari para DM. Selanjutnya membuat tabel preferensi performance untuk seluruh alternatif pilihan berdasarkan kriteria. Setelah itu melakukan agregasi penilaian, pengolahan data serta analisa sensitivitas untuk mengetahui kriteria mana yang berpengaruh signifikan terhadap model dan sistem yang dibuat, sehingga dapat melakukan analisa pada parameter kunci. Hasil akhir dari proses MADM ini adalah rekomendasi akhir terhadap alternatif pilihan yang terbaik berdasarkan kriteria-kriteria dan *goal* yang akan dicapai.

Secara umum ada dua proses evaluasi dalam MADM, yaitu: *two-level evaluation analysis model and algorithm* dan *multi-level multi person evaluation analysis model and algorithm*. Metode MADM dengan *two-level evaluation analysis model and algorithm* membuat keputusan berupa pilihan terhadap berbagai alternative berdasarkan pada penilaian dan pertimbangan satu pihak saja, atau satu *Decision Maker* (DM), sedangkan Metode MADM dengan *multi-level multi person evaluation analysis model and algorithm* membuat keputusan berupa pilihan terhadap berbagai kriteria berdasarkan pada penilaian dan pertimbangan lebih dari satu *Decision Maker* (DM), sehingga lebih kompleks dan rumit sesuai cluster MADM (*Multiple Atribut Decision Making*).

Penulis akan menggunakan cluster metode MADM dengan *multi-level multi person evaluation analysis model and algorithm* yang akan diintegrasikan dengan *Fuzzy Set Theory* dan metode *System Dynamic*. Karena dalam pemilihan Lokasi Pangkalan TNI AL akan melibatkan *multi Decision Maker*, yang dalam penelitian ini ditetapkan sbb. : Staf Ahli Panglima Komando Armada Timur, Staf Ahli Dinas Fasilitas Pangkalan, Staf Ahli Komandan Pangkalan TNI AL, Asisten Perencana, Asisten Operasi dan Asisten Logistik serta Staf Ahli dari Institusi Kementerian Pertahanan, Pushidrosal dan Bakorsurtanal

2.3. Konseptual Teori Fuzzy

Secara garis besar teori fuzzy dapat diklasifikasikan berdasarkan 5 (lima) cabang ilmu *fuzzy*, dimana tentunya dari lima cabang tersebut tidak berdiri sendiri akan tetapi ada hubungan yang kuat diantaranya. Sebagai contoh, *fuzzy control* menggunakan *fuzzy mathematics* dan *fuzzy logic*. Selanjutnya *fuzzy decision making* juga menggunakan *fuzzy mathematics* dan *fuzzy logic*. Adapun *fuzzy system* dapat digunakan untuk pengembangan *fuzzy control*, *fuzzy signal processing* dan lain sebagainya, seperti pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4. Klasifikasi Teori Fuzzy (Zimmerman, 1985)

Pada Gambar 2.4. disebutkan ada lima bidang utama ilmu *fuzzy*, yaitu :

1. *Fuzzy Mathematics*, dimana konsep matematika klasik diperluas dengan mengubah set klasik dengan fuzzy set;

2. *Fuzzy Logic & Artificial Intelligence*, dimana perkiraan untuk logika klasik diperkenalkan dan *expert system* dikembangkan;
3. *Fuzzy System*, dimana termasuk kontrol fuzzy dan pendekatan fuzzy dengan sinyal proses dan komunikasi;
4. *Uncertainty and Information*, dimana perbedaan dari ketidakpastian dianalisa;
5. *Fuzzy Decision Making*, dimana pertimbangan adanya untuk masalah optimalisasi.

2.3.1. Himpunan Fuzzy Dan Fungsi Keanggotaan

Himpunan fuzzy didefinisikan sebagai suatu himpunan yang diijinkan memiliki banyak derajat keanggotaan yang bernilai mulai dari 0 dan 1, sehingga mengindikasikan range harga di antaranya, dengan mengekspansikan penilaian bilangan tersebut maka dapat mengubah karakter fungsi alamiahnya Fungsi tersebut disebut sebagai fungsi keanggotaan (*membership function*) yang dinotasikan $\mu_A(x)$, dengan kata lain fungsi keanggotaan tersebut memetakan setiap element dari semesta pembicaraan X dalam suatu interval $[0,1]$, secara umum pemetaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1] \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Secara umum terdapat 2 (dua) cara yang digunakan untuk menotasikan himpunan fuzzy yaitu jika X adalah semesta pembicaraan (*universe discourse*) dan x adalah bagian dari X , dengan demikian himpunan fuzzy A terhadap X dapat dituliskan sebagai kumpulan berpasangan, $A = \{(x, \mu_A(x))\}$. $x \in X$ tiap pasangan disebut sebagai *singleton* dan memiliki x pada bagian pertama yang diikuti oleh fungsi keanggotaannya dalam himpunan fuzzy A . Sedangkan bentuk yang lainnya dituliskan dalam bentuk eksplisit yang mengindikasikan bilangan fuzzy sebagai kesatuan secara keseluruhan dalam $\mu_A(x) / x \text{ singleton}$ sehingga himpunan fuzzy A dituliskan:

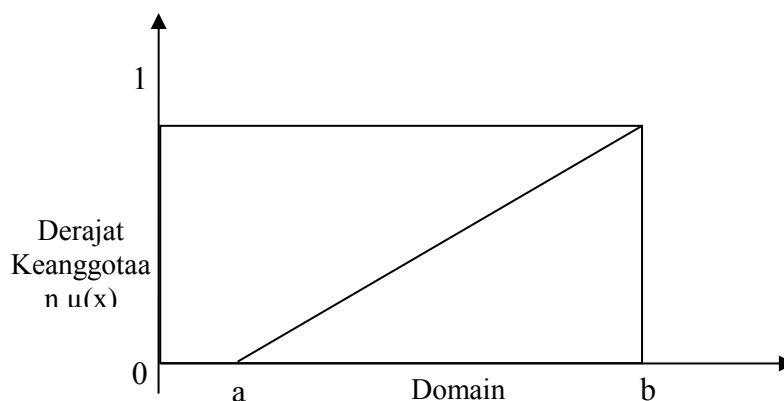
$$A = \sum_{x_i \in X} \mu_A(x_i) / x_i \quad (\text{Tsoukalas, 1997}) \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

2.3.2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan:

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan himpunan fuzzy yang linear, pertama Gambar 2.5. Representasi Linear naik, yaitu kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

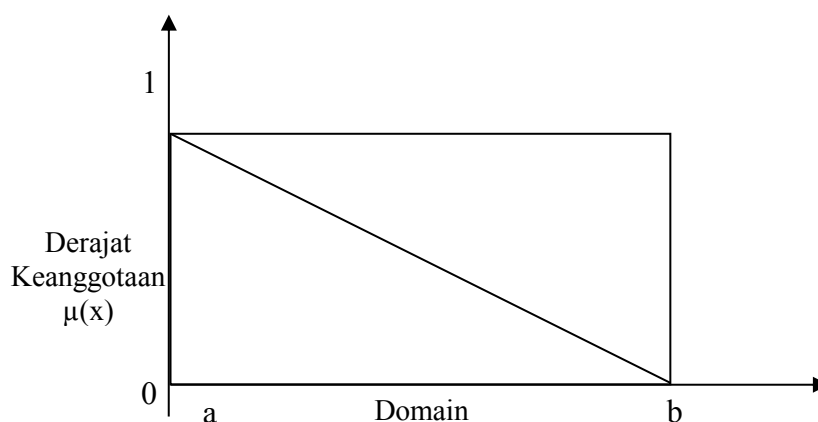


Gambar 2.5. Representasi Linier Naik

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Kedua, Gambar 2.6. Representasi Linier Turun, merupakan kebalikan dari yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki keanggotaan lebih rendah



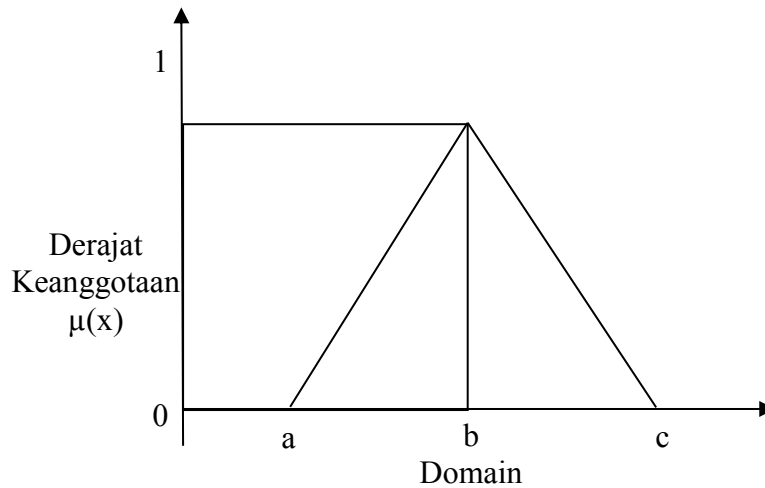
Gambar 2.6. Representasi Linier Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.5)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



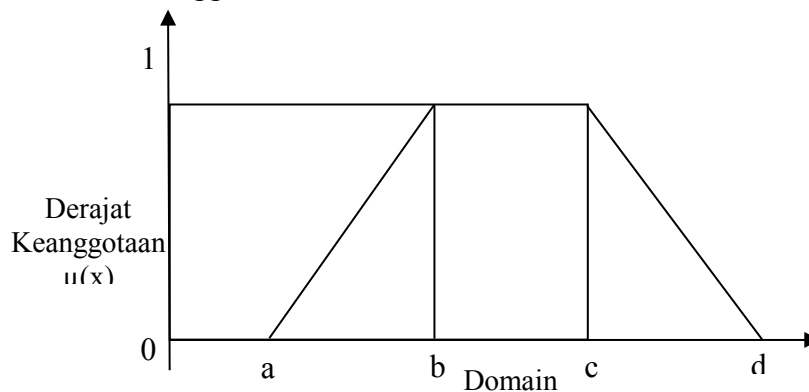
Gambar 2.7. Kurva segitiga

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots (2.6)$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



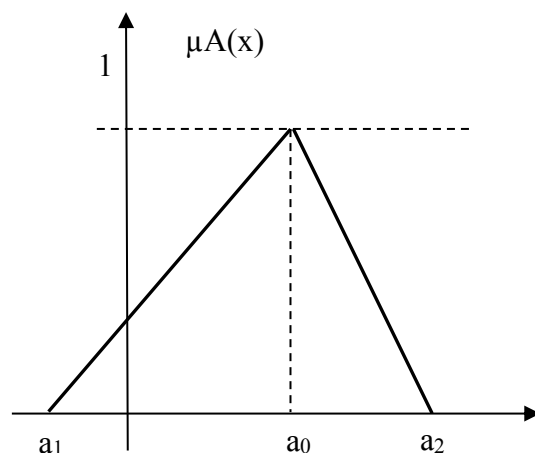
Gambar 2.8. Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

2.3.3. Triangular Fuzzy Number (TFN)

Dalam TFN, setiap nilai tunggal (crisp) memiliki fungsi keanggotaan yang terdiri dari tiga nilai yang masing-masing merepresentasikan nilai bawah, nilai tengah dan nilai atas. Secara grafis fungsi keanggotaan dengan TFN dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.9. :



Gambar 2.9. Triangular Fuzzy Number (TFN)

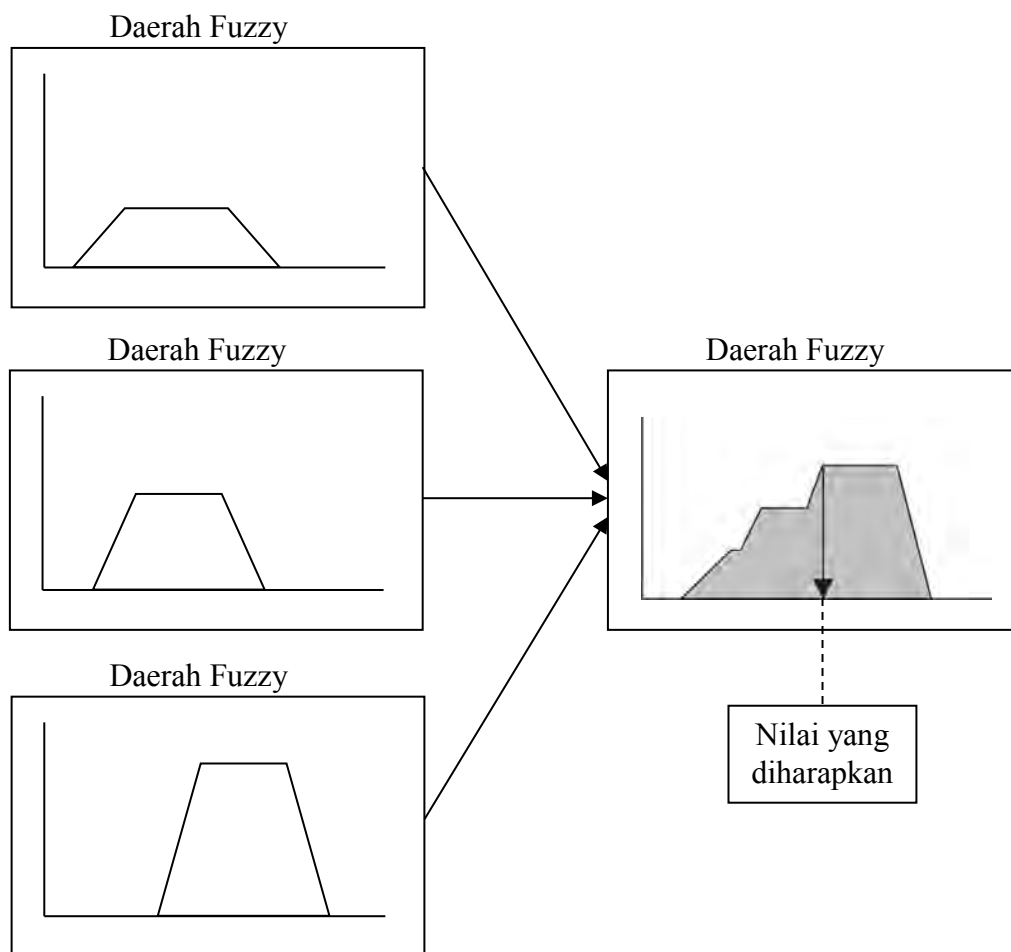
$$A = (a_1, a_3, a_2,)$$

Fungsi keanggotaan untuk TFN pada Gambar 2.9 di atas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu[x] = & \quad = 0 & \quad \text{untuk } x < a_1 \\ & = \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & \quad \text{untuk } a_1 < x < a_2 \\ & = \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & \quad \text{untuk } a_2 < x < a_3 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

2.3.4. Defuzzifikasi Nilai

Defuzzifikasi merupakan suatu proses konversi dan kuantitas fuzzy menjadi kuantitas yang pasti, dimana output dan proses fuzzy dapat berupa gabungan logika dari dua atau lebih fungsi keanggotaan fuzzy yang didefinisikan sesuai dengan semesta pembicaraannya. Input dan proses defuzzy adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output seperti terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Proses Defuzzifikasi

Ada beberapa metode defuzzifikasi yang biasa dipakai adalah sebagai berikut :

a. Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan

$$z^* = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad \text{untuk variable kontinyu, atau} \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad \text{untuk variable diskrit} \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

b. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$z_p \text{ sedemikian hingga } \int_{R1}^p \mu(z)dz = \int_p^{Rn} \mu(z)dz \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

c. Metode Mean of Maximum (MOM)

Pada metode ini solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode Largest of Maximum (LUM)

Pada metode ini solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

2.3.5. Variabel Linguistik

Variable linguistic merupakan variabel yang memiliki uraian berupa bilangan fuzzy dan lebih umumnya suatu kata-kata yang direpresentasikan oleh himpunan fuzzy. Sebagai contoh, uraian-uraian dari *variable linguistic* untuk kriteria ancaman wilayah bisa berupa RENDAH, SEDANG dan TINGGI dimana uraian tersebut dinyatakan sebagai nilai fuzzy (*fuzzy value*). (Zimmerman, 1985).

Seperti halnya *variable aljabar* yang menggunakan angka sebagai nilainya sedangkan *variable linguistic* menggunakan kata-kata atau kalimat sebagai nilainya yang membentuk suatu himpunan yang disebut sebagai himpunan “*istilah*” tiap nilai dari “*istilah*” tersebut merupakan *variable fuzzy* yang didefinisikan berdasarkan *base variable*. Sedangkan *base variable* mendefinisikan semesta pembicaraan untuk semua *variable fuzzy* dalam himpunan “*istilah*” (Zimmerman, 1985).

2.4. Konseptual Set Covering

Konsep dari *Set Covering Methods* adalah bertujuan untuk meminimalisasi jumlah hub port / pangkalan yang dibutuhkan untuk melayani / *cover* pangkalan lainnya. Pangkalan terpilih akan memberikan *cover* / layanan pada kapal terhadap pangkalan lainnya. Sehingga akan meminimalisasi jumlah hub port / pangkalan yang pada akhirnya akan menghemat anggaran karena pangkalan terpilih akan dikembangkan sebagai pangkalan utama pendukung operasi keamanan laut.

Menurut Heragu (1997), *set covering* muncul pada sebuah sistem yang mempunyai syarat setiap konsumen dapat dijangkau oleh minimal satu fasilitas. Sedangkan menurut Daskin (1995), *set covering* merupakan cara menentukan biaya terendah dari penempatan sejumlah fasilitas dimana setiap *demand node* dapat dijangkau oleh minimal satu fasilitas. Dari kedua pengertian tersebut diatas, secara umum *set covering* dapat diartikan sebagai pemilihan lokasi dari alternatif-alternatif yang ada dengan tujuan untuk meminimalkan seluruh faktor-faktor yang berpengaruh dengan batasan bahwa setiap *demand* dapat dijangkau oleh lokasi yang dipilih.

Set Covering merupakan salah satu bagian dari permasalahan lokasi alokasi. Tujuan dari model lokasi alokasi adalah menentukan lokasi dari fasilitas-fasilitas yang dapat meminimumkan biaya penugasan fasilitas-fasilitas ke kustomer-kustomer dengan pembatas bahwa tiap-tiap fasilitas digunakan untuk sejumlah customer yang ditetapkan. Pelayanan pada customer dari fasilitas yang akan ditempatkan tergantung pada jarak antar customer dengan fasilitas yang akan ditugaskan ke customer. Service dapat dilakukan oleh fasilitas apabila customer berada dalam jangkauan jarak yang ditetapkan dan fasilitas dianggap tidak mampu apabila jaraknya melebihi nilai kritis jangkauan jarak.

Suatu wilayah disebut berada di dalam daerah jangkauan (*coverage area*) apabila wilayah tersebut terletak pada jarak jangkauan. Penentuan jarak jangkauan sangat penting untuk diperhatikan pada penerapan metode *set covering* karena merupakan faktor yang paling berpengaruh pada solusi optimal yang dihasilkan.

Permasalahan *set covering* adalah untuk menempatkan fasilitas-fasilitas dalam jumlah minimum yang diperlukan untuk meng *cover* semua lokasi *demand* atau jika dalam penelitian ini memilih dan menempatkan pangkalan-pangkalan TNI AL dalam jumlah yang direncanakan untuk meng-*cover* sektor pertahanan dan kemananan laut. Parameter-parameter yang digunakan pada *set covering model* berupa jarak lokasi sektor operasi dan lokasi pangkalan TNI AL yang diformulasikan untuk merencanakan jumlah pangkalan, sebagai berikut :

$$\text{MINIMIZE} \quad \sum_{j \in J}^n X_j \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_{j \in N_i}^n X_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

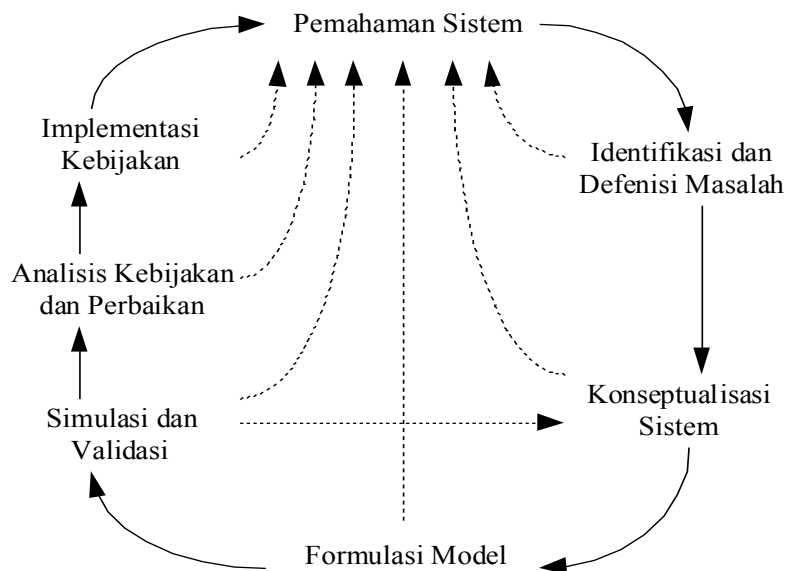
$$X_i \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

Fungsi tujuan (2.14) untuk meminimalkan jumlah pangkalan (X_j) yang ditempatkan. Fungsi pembatas (2.15) menjamin bahwa setiap sektor di *cover* oleh sedikitnya satu pangkalan.

Variabel keputusan (2.16) merupakan keputusan “Ya” atau “Tidak” sebuah pangkalan dipilih sebagai *cover* di pangkalan lainnya di sektor tersebut.

2.5. Pendekatan Optimasi dengan Model System Dynamic

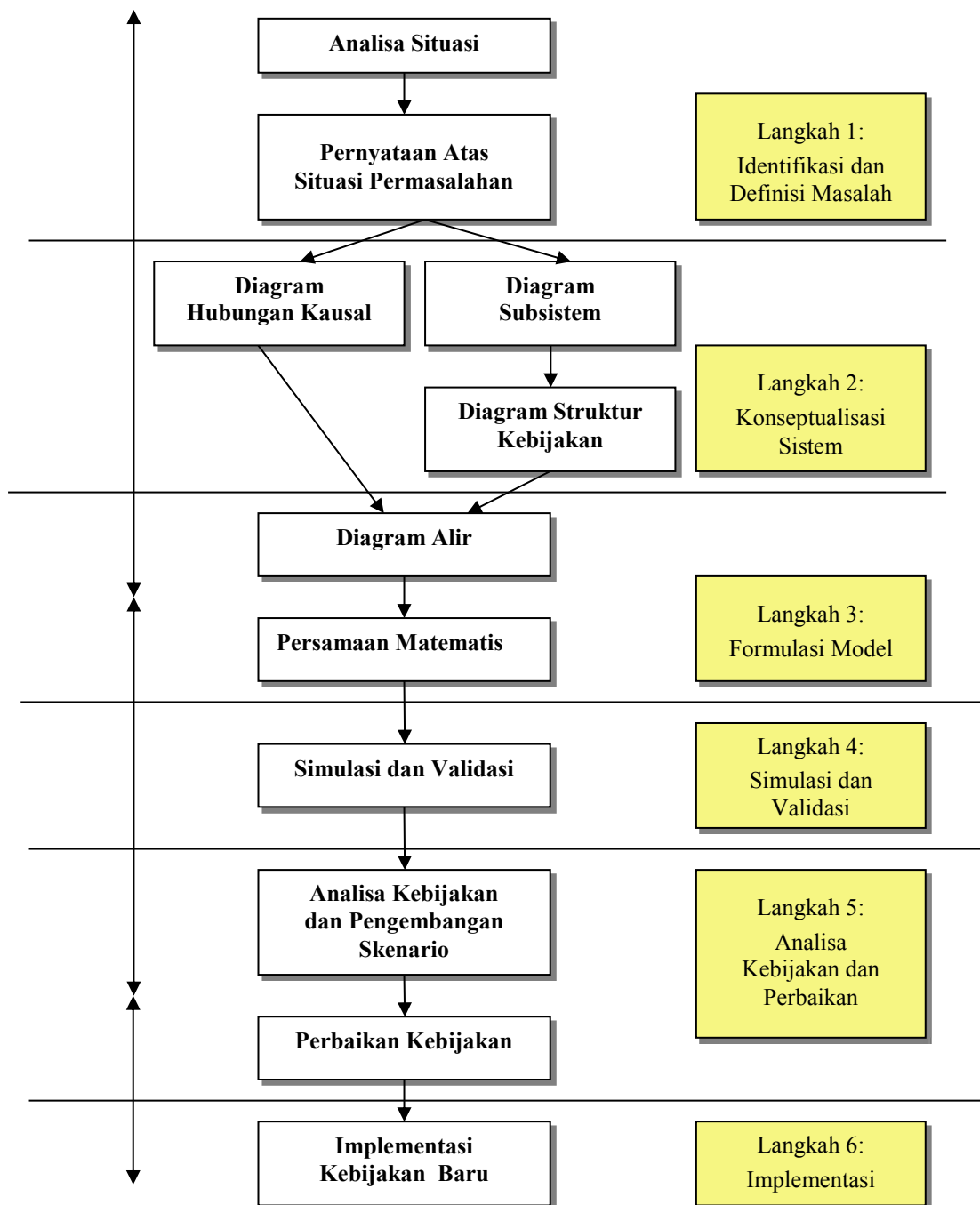
Pendekatan *system dynamics* merupakan kombinasi antara teori, metode, dan filosofi untuk menganalisa perilaku sebuah sistem yang bersifat dinamis dengan membangun model umum (*generic model*) mulai dari identifikasi gejala sampai menghasilkan struktur permasalahan untuk simulasi evaluasi/analisa kebijakan dalam mengambil keputusan, baik untuk evaluasi langkah-langkah strategis yang telah diambil dalam menghasilkan kinerja sistem, maupun untuk evaluasi/analisa langkah-langkah alternatif yang perlu diambil dalam mencapai tujuan yang diinginkan ke depan (J.W. Forrester, 1992). Keputusan tersebut dapat berbentuk dalam berbagai aspek antara lain” alokasi, lokasi dan distribusi”, “regulasi dan deregulasi”, “stimulasi dan respon” yang esensinya adalah keberlanjutan sistem.



Gambar 2.11. Metodologi *System Dynamic*, (Sushil, 1993)

Pada Gambar 2.11, menurut Sushil (1993) terdapat enam langkah pemecahan masalah yang saling berinteraksi membentuk *looping* dalam metodologi *system dynamic*, yaitu :

1. Identifikasi dan definisi masalah
2. Konseptualisasi sistem.
3. Formulasi model.
4. Simulasi dan validasi model.
5. Analisis kebijakan dan perbaikan
6. Implementasi kebijakan



Gambar 2.12. Metodologi *System Dynamic*, Langkah dan Prinsip (Sushil 1993)

2.5.1 Prinsip-prinsip System Dynamics

Pada Gambar 2.12. Metodologi *System Dynamics*, pada dasarnya menggunakan hubungan-hubungan sebab-akibat (*causal*) dalam menyusun model suatu sistem yang kompleks, sebagai dasar dalam mengenali dan memahami tingkah

laku dinamis sistem tersebut. Dengan perkataan lain, penggunaan metodologi dinamika sistem lebih ditekankan kepada tujuan-tujuan peningkatan pengertian kita tentang bagaimana tingkah laku sistem muncul dari strukturnya. Persoalan yang dapat dengan tepat dimodelkan menggunakan metodologi dinamika adalah sistem yang mempunyai sifat dinamis (berubah terhadap waktu); dari struktur fenomenanya mengandung paling sedikit satu struktur umpan-balik (*feedback structure*).

Menurut Shusil (1993) prinsip-prinsip untuk membuat model dinamik dengan ciri-ciri seperti yang diuraikan di atas adalah sebagai berikut:

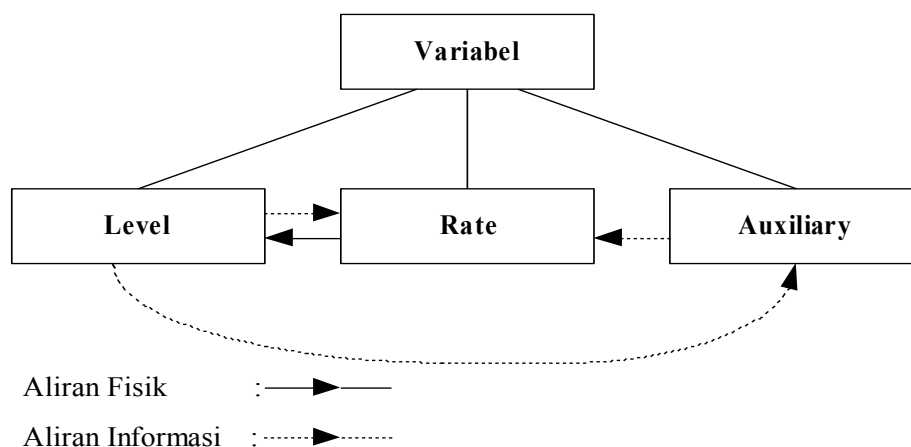
- a. Keadaan yang diinginkan dan keadaan yang sebenarnya terjadi harus dibedakan di dalam model.
- b. Adanya struktur stok dan aliran dalam kehidupan nyata harus dapat direpresentasikan di dalam model.
- c. Aliran-aliran yang berbeda secara konseptual, di dalam model harus dibedakan.
- d. Hanya informasi yang benar-benar tersedia bagi aktor-aktor di dalam sistem yang harus digunakan dalam pemodelan keputusannya.
- e. Struktur kaidah pembuatan keputusan di dalam model haruslah sesuai (cocok) dengan praktek-praktek manajerial.

2.5.2 Tujuan Model Sistem Dynamic

Model *System Dynamic* bukan dibuat hanya untuk memberikan proses peramalan atau prediksi semata, tetapi lebih jauh dari itu *system dynamic* ditujukan untuk memahami karakteristik dan perilaku mekanisme proses internal dan eksternal yang terjadi dalam suatu sistem tertentu. *System dynamic* sangat efektif digunakan pada sistem yang membutuhkan tingkat pengelolaan data yang banyak dengan baik. Dengan fleksibilitas yang dimiliki maka hal ini akan membantu dalam melakukan proses formulasi model, penentuan batasan model, validasi model, analisis kebijakan, serta penerapan model. Menurut J.W. Forster (2001) kegunaan model *System dynamic* adalah untuk mensimulasikan evaluasi kebijakan, baik untuk evaluasi langkah-langkah strategis yang telah diambil (*ex-post*) dalam menghasilkan kinerja sistem, maupun untuk evaluasi ke depan (*ex-ante*) yaitu langkah-langkah alternatif yang perlu diambil dalam mencapai tujuan.

2.5.3 Variabel Model System Dynamic

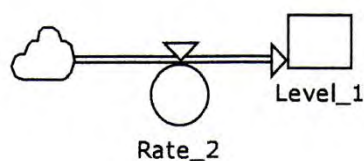
Beberapa variable model *system dynamic* dapat dilihat pada gambar 2.13. Variabel *system dynamic* dapat dibagi dalam menjadi tiga bagian diantaranya yaitu :



Gambar 2.13. Jenis variabel dalam model *System Dynamic* (Sushil, 1993)

Variabel *Level*

Pada Gambar 2.14 Variabel *level* merepresentasikan akumulasi atau integrasi suatu aliran dari waktu ke waktu. Dalam sistem nyata pada dasarnya terdapat dua jenis *level* yaitu : subsistem fisik atau subsistem informasi. (1) Subsistem fisik berkaitan dengan aliran sumber-sumber fisik seperti material, tenaga kerja, uang, order dan sebagainya. (2) Subsistem informasi berkaitan dengan aliran informasi dalam sistem yang menghubungkan entitas-entitas fisik.



Gambar 2.14. Rate and Level

Variabel *Rate*

Pada Gambar 2.14 Variabel *rate* dalam sistem pada dasarnya adalah variabel keputusan yang diatur oleh satu atau lebih struktur kebijakan. *Rate* akan menentukan aliran masuk/keluar baik dari/menuju suatu level. Keputusan yang diambil adalah menentukan besar pengaruh rate dalam suatu waktu terhadap level dan informasi tentang sistem. *Rate* diukur oleh kebijakan yang diterjemahkan dalam bentuk aliran-aliran informasi yang mempengaruhi variable *rate* tersebut.

Variabel *Auxiliary*

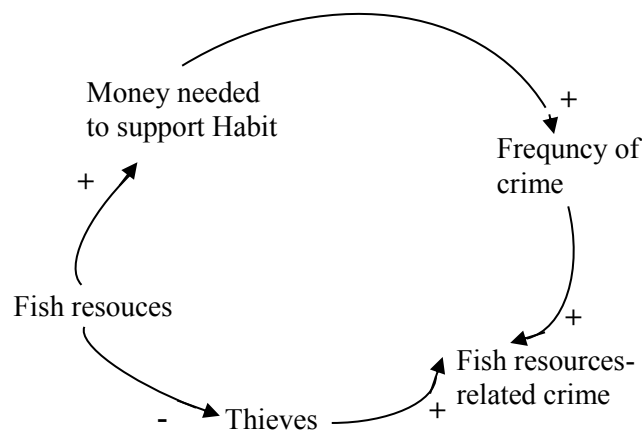
Pada Gambar 2.13 Variabel *auxiliary* merupakan variabel pelengkap yang secara teoritis merepresentasikan suatu struktur kebijakan secara lebih baik dan jelas. Jika variabel *auxiliary* dihilangkan maka rincian dari struktur kebijakan tidak dapat tergambar dalam model.

2.5.4 Diagram Model System Dynamic

Dalam pengembangan model *system dynamic* terdapat 2 model diagram :

1. Diagram Sebab Akibat (*Causal Loop Diagram*)

Menurut Sushil (1993) diagram simpal kausal adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (*causal relationship*) ke dalam bahasa gambar tertentu. Bahasa gambar tersebut adalah panah yang saling mengait, sehingga membentuk sebuah diagram simpal (*causal loop*) dimana hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat. Keduanya, baik unsur sebab ataupun akibat, atau salah satu saja diantaranya (sebab saja atau akibat saja) harus merujuk keadaan yang terukur, baik secara kualitatif untuk keadaan dirasakan (*perceived*) maupun secara kuantitatif untuk keadaan nyata (*actual*).



Gambar 2.15. *Causal loop diagram* sederhana

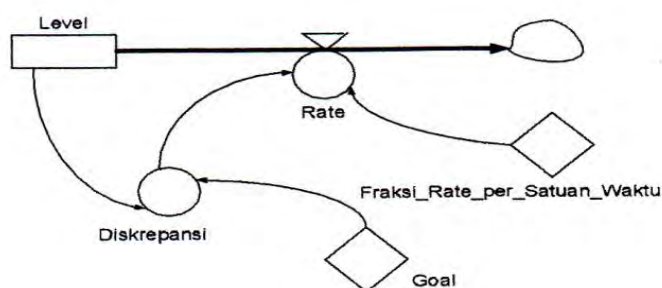
Pada Gambar 2.15. Causal loop diagram sederhana, proses penstrukturan adalah merangkai hubungan sebab akibat tersebut menjadi sistem tertutup, sehingga menghasilkan simpal-simpal (*loops*). Simpall-simpal tersebut bisa bersifat positif atau negative. Disebut positif jika perubahan variable pada awal aliran menyebabkan bertambahnya nilai variable pada akhir aliran. Sebaliknya disebut negative jika perubahan variable pada awal aliran menyebabkan berkurangnya nilai akhir aliran

2. Diagram Alir (*Flow Diagram*)

Flow Diagram merepresentasikan struktur aliran secara rinci sehingga dapat digunakan untuk menyusun model matematis. Diagram aliran simulasi menggambarkan hubungan antar variable dan sudah dinyatakan dalam bentuk simbol-simbol struktur umpan balik.

$$Rate = \frac{Goal - Level\ awal}{Fraksi\ per\ satuan\ waktu} \dots\dots\dots (2.20)$$

Pada Gambar 2.16. ada empat unsur pokok dari struktur umpan balik yaitu : tujuan (*goal*), keadaan awal (*level*), selisih antara *goal-level*, dan aksi (*rate*) yang mengoreksi persoalan yang membutuhkan waktu penyesuaian. Interaksi keempat unsur tersebut dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada gambar 2.16

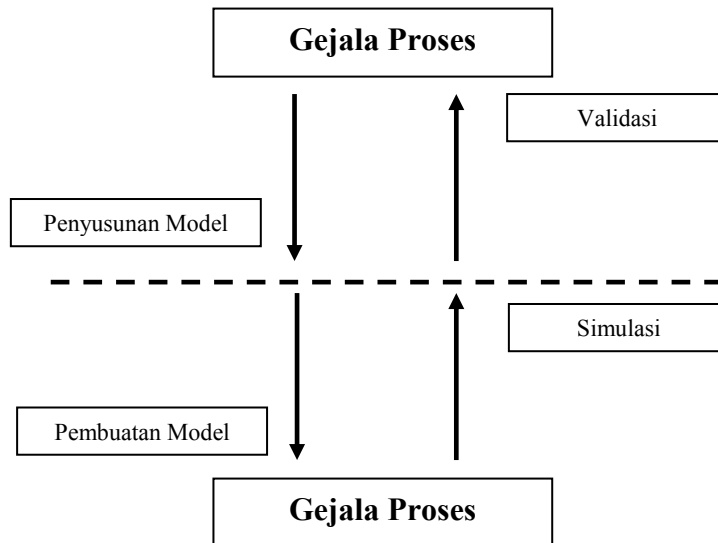


Gambar 2.16. Diagram Alir Umpan Balik

2.5.5 Simulasi Model System Dynamics

Simulasi adalah peniruan perilaku suatu gejala atau proses. Simulasi bertujuan untuk memahami gejala atau proses tersebut, membuat analisa dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut ke depan. Simulasi dilakukan melalui beberapa tahap antara lain penyusunan konsep, pembuatan model, simulasi, dan validasi hasil simulasi, Tahap-tahap simulasi tersebut secara sederhana dapat dilihat dalam Gambar 2.17.

Tahap pertama simulasi adalah penyusunan konsep. Gejala atau proses yang akan ditirukan perlu dipahami, antara lain dengan jalan menentukan unsur-unsur yang berperan dalam gejala atau proses tersebut. Unsur-unsur tersebut saling berinteraksi, berhubungan, dan berketergantungan serta bersatu dalam melakukan kegiatan. Dari unsur-unsur dan keterkaitannya, dapat disusun gagasan atau konsep mengenai gejala atau proses yang akan disimulasikan.



Gambar 2.17. Tahap-tahap Simulasi Model

Pada Gambar 2.17. Model adalah suatu bentuk yang dibuat untuk menirukan suatu gejala atau proses. Model dapat dikelompokkan menjadi model kuantitatif kualitatif, dan model ikonik. Model kuantitatif adalah model yang berbentuk rumus-rumus matematik, statistik, atau komputer. Model kualitatif adalah model yang berbentuk gambar, diagram, atau matriks yang menyatakan hubungan antar unsur. Model ikonik adalah model yang mempunyai bentuk fisik sama dengan barang yang ditirukan, meskipun skalanya dapat diperbesar atau diperkecil. Dengan model ikonik tersebut dapat diadakan percobaan untuk mengetahui perilaku gejala atau proses yang ditirukan. Selanjutnya, simulasi dapat dilakukan dengan menggunakan model yang telah dibuat. Dalam model kuantitatif simulasi dilakukan dengan memasukkan data ke dalam model, dimana perhitungan dilakukan untuk mengetahui perilaku gejala atau proses. Dalam model kualitatif, simulasi dilakukan dengan menelusuri dan mengadakan analisis hubungan sebab akibat antar unsur dengan memasukkan data atau informasi yang dikumpulkan untuk mengetahui perilaku gejala atau proses.

Sedangkan dalam model ikonik, simulasi dilakukan dengan mengadakan percobaan secara fisik dengan menggunakan model tersebut untuk mengetahui perilaku model dalam kondisi yang berbeda. Perilaku model itu dianggap menirukan gejala atau proses yang diamati.

Akhirnya, dilakukan validasi untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan. Model dapat dinyatakan baik apabila kesalahan atau simpangan hasil simulasi terhadap gejala atau proses yang ditirukan kecil.

2.6. Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Berkelanjutan.

Sejalan dengan dasar dan kajian teori yang telah diuraikan di atas, penulis akan mengembangkan model optimasi pemilihan lokasi yang telah ada sebelumnya. Pengembangan model optimasi pemilihan lokasi versi penulis ditekankan kepada pemilihan lokasi terbaik yang dilanjutkan dengan analisa keberlanjutan sistem dari lokasi yang terpilih, karena optimasi bukan hanya untuk kondisi *at present*/saat ini atau saat model dibentuk tetapi juga harus dipertimbangkan ke depan keberlanjutan sistem dari lokasi terpilih. Hal inilah yang belum pernah dibahas dalam penelitian-penelitian *site selection* sebelumnya. Dalam disertasi ini penulis akan mengembangkan teknik pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut dengan metode *Fuzzy MCDM* yang telah banyak digunakan dalam persoalan pemilihan alternatif terbaik, yang kemudian model pemilihan lokasi tersebut dikembangkan dan diintegrasikan dengan model *System Dynamic* untuk keberlanjutan lokasi Pangkalan Angkatan Laut (*sustainable naval base*).

Pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut adalah suatu proses pengambilan keputusan dengan banyak kriteria (*MCDM*), yang melibatkan unsur-unsur obyektifitas dan subyektifitas, juga melibatkan data-data / variabel yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Kompleksnya variabel dan hubungan ketergantungan antar variabel dalam sistem, serta subyektifitas para *decision maker* dapat diidentifikasi dan dihaluskan dengan pendekatan teori *Fuzzy*. Sehingga gabungan metode *Fuzzy MCDM* sangat sesuai atau paling mendekati dalam permasalahan pemilihan lokasi Pangkalan.

Selanjutnya keputusan optimasi pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut adalah bukan hanya untuk saat ini saja akan tetapi juga harus dipertimbangkan keberlanjutannya di masa yang akan datang, sehingga model *System Dynamic* perlu dikembangkan dalam menganalisa sistem keberlanjutan Pangkalan Angkatan Laut berdasarkan aspek-aspek politik, teknik dan ekonomi.

2.7. Aspek Universal Pangkalan Angkatan Laut

Aspek keamanan dan pertahanan laut saat ini menjadi hal yang sangat strategis di dunia mengingat laut adalah sebagai media hubungan antar bangsa bahkan benua. Hampir seluruh perdagangan dalam muatan besar dilakukan lewat laut, kejahatan, pembajakan bahkan konflik perbatasan antar negara juga sering terjadi di laut, sehingga aspek keselamatan, keamanan laut dan pertahanan laut menjadi hal yang sangat penting. Salah satu sarana penting dalam aspek keamanan dan pertahanan di laut adalah pelabuhan militer / Pangkalan Angkatan Laut.

UK Royal Navy mendefinisikan Pangkalan AL sebagai sarana atau tempat yang mempunyai peranan sangat penting dalam upaya melindungi integritas wilayah negara. dan juga sebagai “*Home Base / Fleet*” yang memiliki kriteria fungsi sebagai *Rest, Refuel, Repair and Refresh* bagi para personelnnya.

Pangkalan Angkatan Laut adalah termasuk jenis pelabuhan khusus, yaitu pelabuhan yang diselenggarakan oleh pemerintah suatu negara dalam kondisi visi dan misi khusus di bidang keamanan dan pertahanan laut. *Departemen of Defense USA* dalam *Standard book Military Harbors and Coastal Facilities* 2010, menyatakan bahwa sama halnya dengan pelabuhan umum lainnya, aspek-aspek universal dalam perencanaan lokasi sebuah pelabuhan berlaku pula bagi pelabuhan militer, seperti aksesibilitas, ketersediaan lahan, daerah *hinterland*, aspek ekonomi, aspek geografi, aspek hidro-oseanografi, aspek geologi dan aspek environmental. Lokasi Pangkalan Angkatan Laut juga harus meninjau konstelasi geografis dan tata ruang wilayah suatu negara, dan juga harus meninjau hubungan jaringan/node dengan pelabuhan umum yang ada selain node jaringan Pangkalan Angkatan Laut itu sendiri.

Namun demikian ada point aspek tambahan yang berbeda dengan pelabuhan umum yang harus dipertimbangkan dalam pelabuhan militer yaitu aspek posisi politik strategis pangkalan yang dipengaruhi oleh tingkat ancaman dan kerawanan suatu wilayah. Aspek ini sangat berbeda dari wilayah yang satu dengan wilayah yang lainnya, yang dipengaruhi oleh suhu politik antar bangsa. Karena sesuai visi dan misinya Pangkalan Angkatan Laut didirikan untuk menjaga keamanan laut suatu negara, membina daerah teritorial, mempertahankan integritas dan kesatuan bangsa, dan bahkan jika perlu sebagai sarana *deployment* operasi/invasi militer ke suatu wilayah / negara.

Pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut adalah keputusan yang strategis yang memerlukan pertimbangan-pertimbangan yang mendasar dari aspek-aspek *universal* sebuah Pangkalan. Penulis mengidentifikasi ada 3 pilar aspek utama dalam pemilihan lokasi pengembangan Pangkalan militer Angkatan Laut, yang meliputi aspek politik, aspek teknis dan aspek ekonomi yang secara umum dapat dilihat pada tabel 2.1. Aspek Universal Perencanaan Lokasi Pelabuhan/Pangkalan.

Tabel. 2.1. Aspek *Universal* Perencanaan Lokasi Pelabuhan

No	Aspek Perencanaan Lokasi	Pelabuhan	
		Umum	Militer
I	Aspek Ekonomi		
1	Aksesibilitas	V	V
2	Ketersediaan Lahan	V	V
3	Daerah Pengaruh / Hinterland	V	V
4	Ketersediaan Fasilitas Logistik	V	V
II	Aspek Teknis		
1	Geografi	V	V
2	Hidro-oseanografi	V	V
3	Geologi	V	V
4	Sedimentasi	V	V
5	Environmental	V	V
III	Aspek Politik	V	V
1	Tata ruang wilayah	V	V
2	Jaringan pelabuhan	V	V
3	Ancaman negara lain	-	V
4	Kerawanan wilayah	-	V

(Analisa Penulis berdasarkan *International Association of Port and Harbors, IAPH Guidelines* dan *Standard book Military Harbors and Coastal Facilities*, 2010)

Pemilihan lokasi juga harus mempertimbangkan faktor dinamika sistem dari ketiga pilar di atas (politik, teknis, ekonomi) sehingga diharapkan lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang terpilih bisa mengadopsi perkembangan dan dinamika sistem yang berjalan sesuai fungsi waktu dan mempertahankan keberlanjutan sebuah Pangkalan Angkatan Laut.

2.8. Pangkalan TNI-AL Indonesia

Menurut buku Standardisasi Pangkalan TNI AL (2005), Pelabuhan militer atau disebut juga dengan Pangkalan TNI AL adalah pelabuhan atau pangkalan (*base*) TNI AL sebagai bagian integral dari Sistem Senjata Armada Terpadu (SSAT) merupakan ujung tombak dalam mendukung keberhasilan tugas-tugas satuan operasi kapal TNI AL (KRI) baik di masa damai maupun di masa perang. SSAT adalah suatu sistem senjata armada TNI AL yang terpadu yang meliputi : (1) KRI, (2) Pangkalan TNI AL, (3) Pesawat Udara / pesud TNI AL (4) Marinir.

Tugas pokok dan fungsi Pangkalan TNI AL adalah sebagai berikut :

a. Tugas pokok.

Menyelenggarakan dukungan logistik dan administrasi bagi unsur-unsur operasi TNI AL (Kapal, Pesud dan Marinir) yang berlabuh serta melaksanakan pembinaan dan pengamanan potensi maritim.

b. Fungsi.

Dalam melaksanakan tugas-tugas tersebut, Pangkalan TNI AL mengemban fungsi-fungsi sebagai berikut :

1) Fungsi pendukung satuan operasi, yang meliputi :

- a) Fungsi dukungan fasilitas labuh.
- b) Fungsi dukungan fasilitas pemeliharaan dan perbaikan.
- c) Fungsi dukungan fasilitas pembekalan.
- d) Fungsi dukungan fasilitas perawatan personel.

2) Fungsi Keamanan Laut / Kamla.

3) Fungsi Pembinaan Teritorial Daerah Matra Laut.

Pangkalan TNI AL diatur dengan jenis dan kelas Pangkalan yaitu :

a. Pangkalan TNI AL terdiri dari :

- 1) Pangkalan TNI AL Kelas A (Lanal Kelas A)
- 2) Pangkalan TNI AL Kelas B (Lanal Kelas B)
- 3) Pangkalan TNI AL Kelas C (Lanal Kelas C)
- 4) Pangkalan TNI AL Kelas khusus (Lanal khusus Kelas KH)
- 5) Pos Pengamat TNI AL (Posal) terdiri dari :
 - a) Posal Tipe A
 - b) Posal Tipe B
 - c) Posal Tipe C

Tabel 2.2. Kelas Pangkalan TNI-AL Wilayah Timur Indonesia

No	Lokasi Pangkalan AL	Kelas Pangkalan	
I	LANTAMAL V Surabaya	A	
1	Cilacap		B
2	Tegal		B
3	Semarang		B
4	Banyuwangi		B
5	Benoa		
II	LANTAMAL VI Makassar	A	
1	Kendari		B
2	Palu		B
III	LANTAMAL VII Kupang	A	
1	Mataram		B
2	Maumere		B
3	Rote		B
IV	LANTAMAL VIII Manado	A	
1	Melonguane		B
2	Tahuna		B
3	Gorontalo		B
4	Toli-toli		B
V	LANTAMAL IX AMBON	A	
1	Tual		B
2	Saumlaki		B
VI	LANTAMAL X JAYAPURA	A	
1	Biak		B
VII	LANTAMAL XI MERAUKE	A	
1	Aru		B
2	Timika		B
VIII	LANTAMAL XIII TARAKAN	A	
1	Nunukan		B
2	Sangatta		B
3	Balikpapan		B
4	Banjarmasin		B
5	Kotabaru		B
IX	LANTAMAL XIV SORONG	A	
1	Morotai		B
2	Ternate		B

(Sumber Puskodal TNI AL, 2015)

Tabel 2.2. Kelas Pangkalan TNI AL, adapun syarat-syarat operasional kelas Pangkalan Laut adalah sebagai berikut (Disfaslanal 2005) :

- a. Pangkalan TNI AL Kelas A (Lanal Kelas A).
 - 1) Fasilitas labuh, mampu disandari semua jenis kapal TNI AL, minimal satu Gugus Tugas Kapal TNI AL.
 - 2) Fasilitas Pemeliharaan dan Perbaikan (Fasharkan), mampu melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan tingkat menengah dan depo untuk semua

jenis kapal TNI AL baik peralatan Sensor Weapon and Command (Sewaco) maupun Platformnya.

- 3) Fasilitas Perawatan Personel, mampu menunjang kegiatan perawatan personel semua jenis kapal minimal satu Gugus Tugas Kapal TNI AL, maupun untuk menunjang kegiatan pendidikan dan latihan.
 - 4) Fasilitas Perbekalan, mampu memberikan dukungan bekal kepada semua jenis kapal TNI AL, minimal satu Gugus Tugas Kapal TNI AL.
 - 5) Fasilitas Pembinaan Pangkalan yang terdiri dari :
 - d) Fasilitas Umum, mampu memberikan dukungan perkantoran, sarana dan prasarana dalam memperlancar kegiatan-kegiatan di pangkalan.
 - e) Fasilitas Jasa dan Angkutan, mampu memberikan dukungan angkutan barang angkutan barang, personel dan pos melalui darat, laut dan udara ke daerah operasi.
 - f) Fasilitas Pertahanan dan Pengamanan, mampu memberikan pertahanan dan pengamanan terhadap ancaman dari udara, laut dan darat berupa serangan udara, penerobosan kapal selam, sabotase pasukan katak, maupun ancaman lain dari darat.
- b. Pangkalan TNI AL Kelas B (Lanal Kelas B).
- 1) Fasilitas labuh, mampu disandari semua jenis kapal TNI AL, minimal satu Satuan Tugas Kapal TNI AL.
 - 2) Fasilitas Pemeliharaan dan Perbaikan (Fasharkan), mampu melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan tingkat menengah untuk kapal jenis Korvet dan tingkat depo untuk jenis kapal Patrol Ship Killer (PSK).
 - 3) Fasilitas Perawatan Personel, mampu menunjang perawatan personel minimal satu Satuan Tugas Kapal TNI AL.
 - 4) Fasilitas Perbekalan, mampu memberikan dukungan bekal minimal untuk satu Satuan Tugas Kapal TNI AL.
 - 5) Fasilitas Pembinaan Pangkalan dengan tingkat kemampuan 80% dari Lantamal, yang terdiri dari :
 - a) Fasilitas Umum, mampu memberikan dukungan perkantoran, sarana dan prasarana dalam memperlancar kegiatan-kegiatan di pangkalan.

- b) Fasilitas Jasa dan Angkutan, mampu memberikan dukungan angkutan barang angkutan barang, personel dan pos melalui darat, laut dan udara.
 - c) Fasilitas Pertahanan dan Pengamanan, mampu memberikan pertahanan dan pengamanan terhadap ancaman dari udara, laut dan darat secara terbatas berupa serangan udara, penerobosan kapal selam, sabotase pasukan katak, maupun ancaman berupa kegiatan-kegiatan lain dari darat.
- c. Pangkalan TNI AL Kelas C (Lanal Kelas C).
- 1) Fasilitas labuh, mampu disandari semua jenis kapal TNI AL, minimal satu Satuan Tugas Kapal TNI AL.
 - 2) Fasilitas Pemeliharaan dan Perbaikan (Fasharkan), mampu melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan tingkat cukup/sedang untuk jenis kapal patroli (*Patrolling Forces*).
 - 3) Fasilitas Perawatan Personel, mampu menunjang perawatan personel minimal satu Satuan Tugas Kapal TNI AL.
 - 4) Fasilitas Perbekalan, mampu memberikan dukungan bekal minimal untuk satu Satuan Tugas Kapal TNI AL.
 - 5) Fasilitas Pembinaan Pangkalan dengan tingkat kemampuan 65% dari Lantamal, yang terdiri dari :
 - a) Fasilitas Umum, mampu memberikan dukungan perkantoran, sarana dan prasarana dalam memperlancar kegiatan-kegiatan di pangkalan.
 - b) Fasilitas Jasa dan Angkutan, mampu memberikan dukungan angkutan barang angkutan barang, personel dan pos melalui darat, dan laut .
 - c) Fasilitas Pertahanan dan Pengamanan, mampu memberikan pertahanan dan pengamanan terhadap ancaman dari udara, laut dan darat secara terbatas berupa serangan udara dan laut maupun ancaman berupa kegiatan-kegiatan lain dari darat.

2.9. Operasi Pertahanan dan Keamanan Laut

Operasi Pertahanan dan Keamanan Laut adalah operasi kehadiran sehari-hari di laut yang memiliki nilai strategis bagi eksistensi kedaulatan bangsa dan keamanan laut di wilayah yurisdiksi nasional Indonesia. Operasi Pertahanan dan Keamanan Laut dilaksanakan oleh Kapal-kapal TNI AL (KRI). Operasi Pertahanan dan Keamanan Laut bertujuan untuk mencegah, menangkal serta mengamankan laut yurisdiksi nasional Indonesia dari pelanggaran dan kejahatan di laut berupa pelanggaran batas wilayah NKRI, perompakan, pencurian kayu, pencurian ikan oleh kapal asing dan sumber daya alam laut lainnya.

Operasi pertahanan dan keamanan laut yang digelar oleh Komando Armada RI diwujudkan dalam bentuk :

- a. Operasi Militer Perang (OMP), dilaksanakan oleh Komando Operasi TNI AL secara terpadu dengan daerah operasi, waktu serta sasaran operasi perang di laut .
- b. Operasi Militer Selain Perang (OMSP) yang dilaksanakan oleh Komando Operasi TNI AL secara terpadu dan koordinasi dengan badan pemerintah lainnya dalam hal operasi selain perang, seperti penanganan sosial dan bencana .

Operasi pertahanan dan keamanan laut di wilayah timur NKRI dilaksanakan oleh kapal-kapal TNI AL sepanjang tahun.

2.10. Kapal TNI AL (KRI)

Pengelompokan KRI dalam 3 kekuatan yaitu :

1. Kapal Pemukul (*Striking Forces*),
2. Kapal Patroli (*Patrolling Forces*),
3. Kapal Pendukung (*Supporting Forces*)

Pengelompokkan tersebut dimaksudkan untuk memfokuskan skala prioritas dalam penyiapan kapal sesuai realita fungsi tempur di lapangan dengan dukungan sesuai fungsi masing-masing. (Kasal, Pembangunan Kekuatan TNI AL sampai dengan 2024, Jakarta 2005).

Unsur KRI yang termasuk dalam kelompok *Striking Forces* adalah kapal kapal TNI AL yang difokuskan pada unsur tempur / kapal kombatan, contoh KRI klas *Corvette*, klas *Frigate*, klas *Sigma*.

Unsur KRI yang termasuk dalam kelompok *Patrolling Forces* difokuskan dalam patroli keamanan laut antar pulau di wilayah NKRI, contoh KRI klas *Parchim*, *Fast Patrol Boat* (FPB) dan Patroli Cepat (PC), Sedangkan Unsur KRI yang termasuk dalam kelompok *Supporting Forces* difokuskan sebagai kapal unsur bantu tempur untuk suplai logistik, suplai bbm, kapal pandu, kapal *survey* dan pergeseran pasukan serta kapal rumah sakit, contoh KRI klas *Frosch*, klas *LST*, klas *LPD*, klas *Tanker BCM*, sesuai ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel. 2.3. Jenis dan Tipe Klas Kapal Republik Indonesia KRI (*Surface WarShip*)

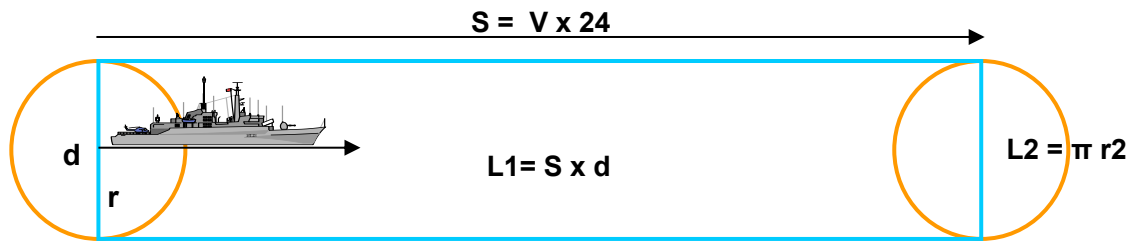
No	Jenis KRI	Tipe Klas	Dimensi	Draft	V
			Loa / B (m)	(m)	(knot)
I	STRIKING FORCES				
1	Klas Ahmad Yani	Frigate PKR	113.4 / 13.5	4.50	28
2	Klas Fatahillah	Frigate Peluru Kendali	83.3 / 11.1	3.30	30
3	Klas Ki Hajar Dewantara	Frigate Latih	96.7 / 11.2	3.50	27
4	Klas Bung Tomo	Korvet	105.2 / 12.2	3.00	30
5	Klas Diponegoro	Korvet Klas Sigma	90.5 / 10.5	2.80	30
6	Klas Kapitan Pattimura	Korvet Klas Parchim	75.2 / 9.8	2.60	24
7	Klas Mandau	Kapal Cepat Rudal	53.6 / 8.0	1.60	41
8	Klas Kondor	Penyapu Ranjau	56.6 / 7.8	2.40	18
9	Klas Pulau Rengat	Penyapu Ranjau	51.5 / 8.9	2.45	15
10	Klas Kakap	FPB 57 Nav I	58.1 / 7.6	2.75	24
11	Klas Singa	FPB 57 Nav II	58.1 / 7.6	2.75	24
12	Klas Pandrong	FPB 57 Nav IV	58.1 / 7.6	2.75	27
13	Klas Todak	FPB 57 Nav V	58.1 / 7.6	2.85	27
II	PATROLLING FORCES				
1	Klas Boa	PC 36 fiberglass	36.2 / 6.7	2.10	24
2	Klas Viper	PC 40 fiberglass	40.2 / 7.2	2.20	26
3	Klas Kobra	PC 36 fiberglass	36.2 / 6.7	2.00	25
4	Klas Tarihu	PC 40 fiberglass	40.2 / 7.2	2.20	26
5	Klas PC-43	PC 43	43.2 / 7.4	2.25	26
6	Klas Krait	PC 40 aluminium	40.2 / 7.2	2.00	25
7	Klas Badau	Attack Patroll Boat	34.2 / 6.3	1.95	24
8	Klas Sibarau	Attack Patroll Boat	32.8 / 6.2	1.90	21
9	Klas Cucut	Attack Patroll Boat	33.3 / 6.3	1.90	22
III	SUPPORTING FORCES				
1	Klas Makassar	Angkut Personel	100.0 / 15.2	4.60	20
2	Klas Banjarmasin	Angkut Personel	105.2 / 12.5	4.90	20
3	Klas Dalpele	Rumah sakit	125.2 / 17.5	7.25	20
4	Klas Teluk Gilimanuk	Angkut Tank / Frosch	90.7 / 11.1	3.40	17
5	Klas Teluk Semangka	Angkut Tank	100.0 / 15.4	4.20	15
8	Klas Multatuli	Kapal Markas	111.4 / 16.0	6.90	18
9	Klas Balikpapan	Tanker BCM	69.0 / 9.6	4.90	11
10	Klas Arun	Tanker BCM	140.5 / 19.2	7.30	17
11	Klas Sungai Gerong	Tanker BCM	112.1 / 15.4	6.60	15

(Ket : belum termasuk jumlah dalam klas,
Sumber Puskodal TNI AL, 2014)

Kapal TNI AL yang bergerak dari satu titik ke titik yang lain selama *endurance*-nya mempunyai variabel kemampuan radar dan kecepatan.

Untuk perhitungan luas jangkauan *coverage area* kapal dan jarak jelajah digambarkan dan dirumuskan pada Gambar 2.18.

(Buku Petunjuk Opskamla, Asops Kasal 2004)



Gambar 2.18. Luas jangkauan *coverage area* kapal (O.S. Suharyo, 2008)

$$S = \text{Jarak jelajah perHari} = \text{Kecpt} \times 24 \text{ jam} = V \times 24 \text{ (mil)} \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

$$L1 = \text{Luas persegi panjang} = S \times d \text{ (mil}^2\text{)}$$

$$L2 = \text{Luasan lingkaran} = \pi r^2 \text{ (mil}^2\text{)}$$

$$d = \text{Jangkauan radar (mil)}$$

Luas jangkauan *coverage area* kapal patroli adalah luasan persegi panjang (L1) ditambah dengan luasan lingkaran (L2)

$$\text{Luas Jangkauan Coverage Area} = (L1 + L2) \times \text{Probabilitas deteksi radar}$$

$$\text{Coverage Area} = (L1 + L2) \times 0.9 \text{ (mil}^2\text{)} \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

$$\text{Jarak jelajah max kapal patroli} = \text{Jarak jelajah perHari} \times \text{Endurance}$$

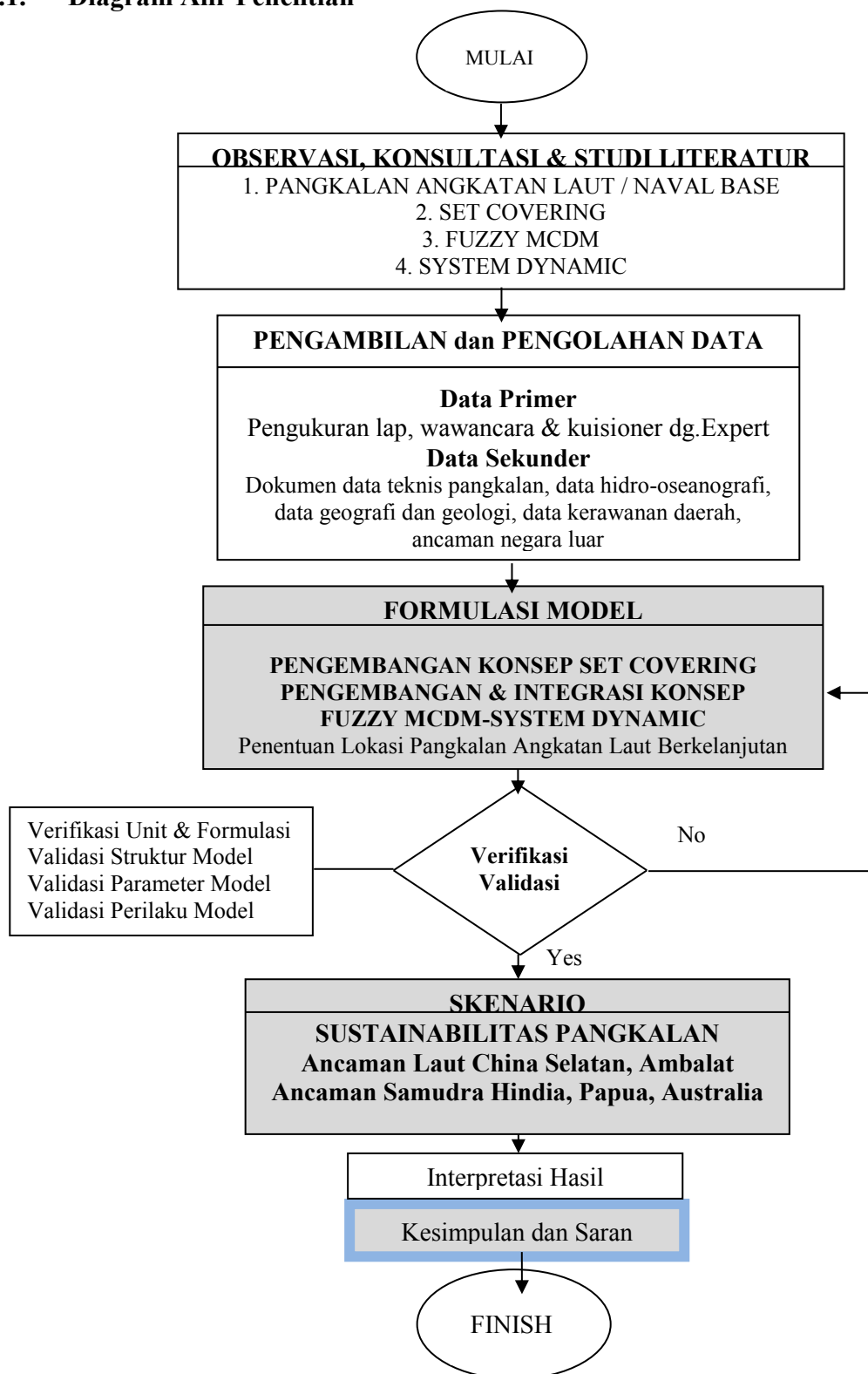
$$RE = S \times E \text{ (mil)} \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

E = Endurance adalah jumlah hari kemampuan kapal berlayar tanpa bekal ulang

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir penelitian pada Gambar 3.1. dapat dijabarkan dalam Rencana Kegiatan Penelitian Disertasi, yang secara garis besar rencana kegiatan penelitian ini dapat dijelaskan dalam Sub Bab berikut ini.

3.2. Rencana Kegiatan Penelitian

3.2.1. Observasi dan Konsultasi

Observasi dan konsultasi dilaksanakan pada Pusat Komando dan Pengendalian TNI AL (Pukodal), Staf Operasi Komando Armada RI Kawasan Timur (Sops Koarmatim), Dinas Fasilitas dan Pangkalan (Disfaslanal) Mabasal, Pangkalan Utama TNI AL (Lantamal), Kementerian Pertahanan, Pushidrosal dan Bakorsurtanal serta para *Expert Judgement* di bidangnya. Konsultasi dan bimbingan Disertasi oleh Promotor dan Co Promotor. Kegiatan ini akan memberikan gambaran yang jelas mengenai arah dan tujuan penelitian, originalitas dan kebaruan, pengembangan dasar teori dan metoda yang dipakai serta kontribusi yang akan dicapai.

3.2.2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilaksanakan dengan kegiatan tinjauan pustaka terhadap beberapa literatur yang memiliki korelasi terhadap tema disertasi. Penggunaan studi pustaka tidak hanya pada dasar teori tetapi juga menyangkut telaah-telaah *critical review* yang telah ditinjau dari literatur-literatur tersebut baik Nasional maupun Internasional. Serta mempersiapkan untuk penyusunan dan pengiriman Jurnal Internasional.

3.2.3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilaksanakan pengumpulan data di lapangan. Data-data penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung pada obyek yang diteliti dengan melakukan pengukuran di lapangan, dan wawancara dengan Staf / Pejabat terkait. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang sudah ada, seperti data sektor operasi, data teknis pangkalan, data hidro-oseanografi, data geografi dan geologi, data kerawanan daerah, ancaman negara luar dll.

3.2.4. Penyusunan Model

Penyusunan model adalah kegiatan memodelkan permasalahan agar menjadi lebih sistematis, mudah dimengerti dan mudah untuk diselesaikan. Secara garis besar formulasi model dalam penelitian ini adalah mengembangkan teori dan konsep *Set Covering*, yang dilanjutkan dengan pengembangan konsep *Fuzzy MCDM* yang diintegrasikan dengan pengembangan metode *System Dynamic* menjadi suatu Model Pemilihan lokasi Pangkalan AL berbasis Sustainability. Integrasi dan pengembangan metode-metode tersebut diharapkan menghasilkan satu metode seleksi pemilihan lokasi yang *sustainable*.

3.2.5. Pengolahan Data dan *Developing Model*

Pengolahan data dan penyusunan model menggunakan model yang sesuai (*suitable*) dan sistematis (*systematic*) serta dalam (*depth*) sesuai telaah pada dasar teori dan pengembangannya. Langkah-langkah pengolahan data dan model dalam penelitian ini menerapkan prinsip originalitas dalam data dan analisa variabel, pengembangan konsep dan teori yang telah ada menjadi model baru dan berkontribusi dalam ilmu pengetahuan dan teknologi.

3.2.6. Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi model bertujuan untuk mengecek apakah model yang dikembangkan sudah mempresentasikan kondisi di nyata di lapangan, selain itu juga sebagai bahan perbandingan antara kondisi model optimum yang didapat dari pengembangan model dan perhitungan, dengan kondisi nyata yang dilaksanakan saat model belum dibentuk. Verifikasi dan validasi model meliputi : uji unit model, uji struktur model, uji kecukupan batasan, uji parameter, uji kondisi ekstrem dan uji replika model.

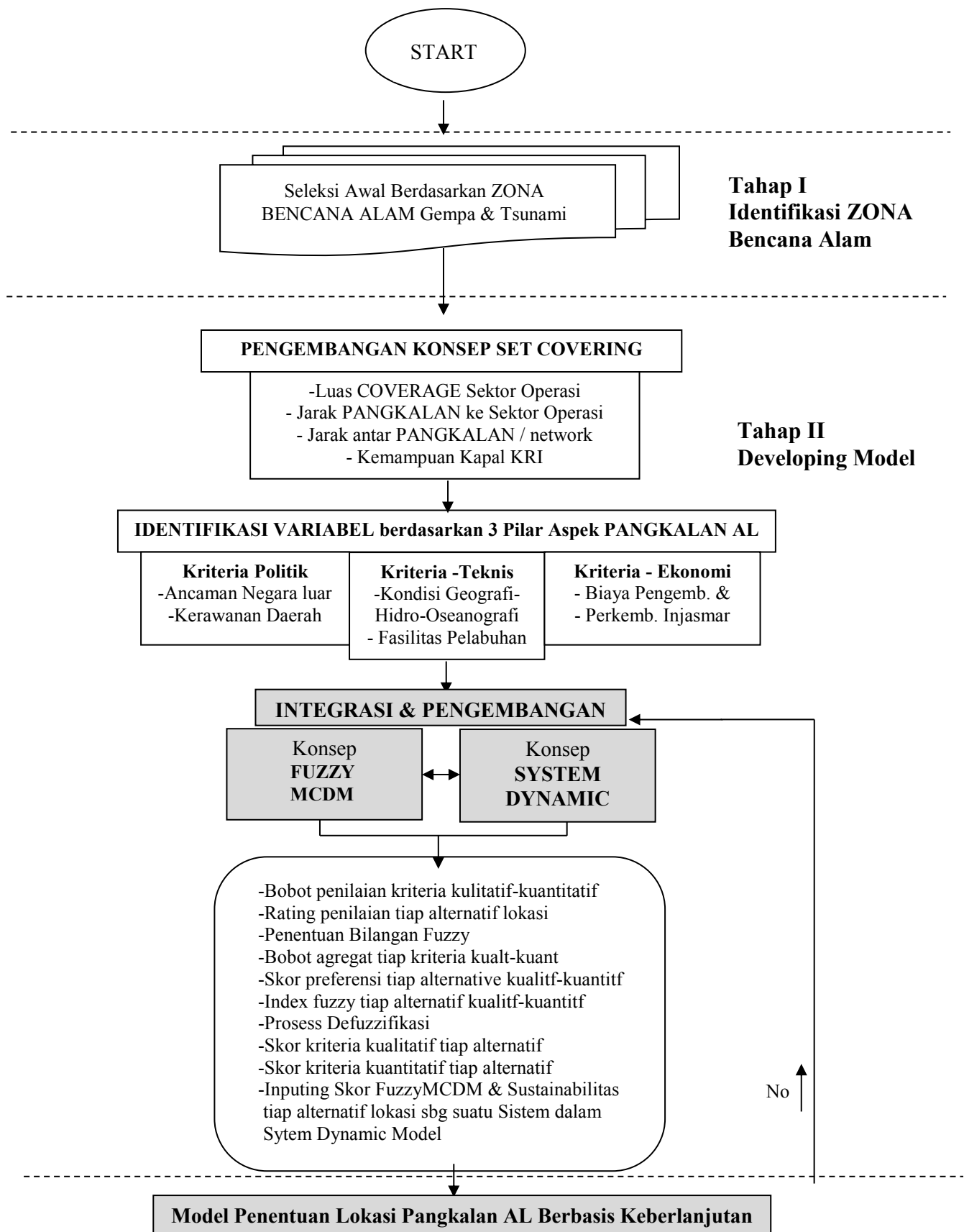
3.2.7. Interpretasi Hasil

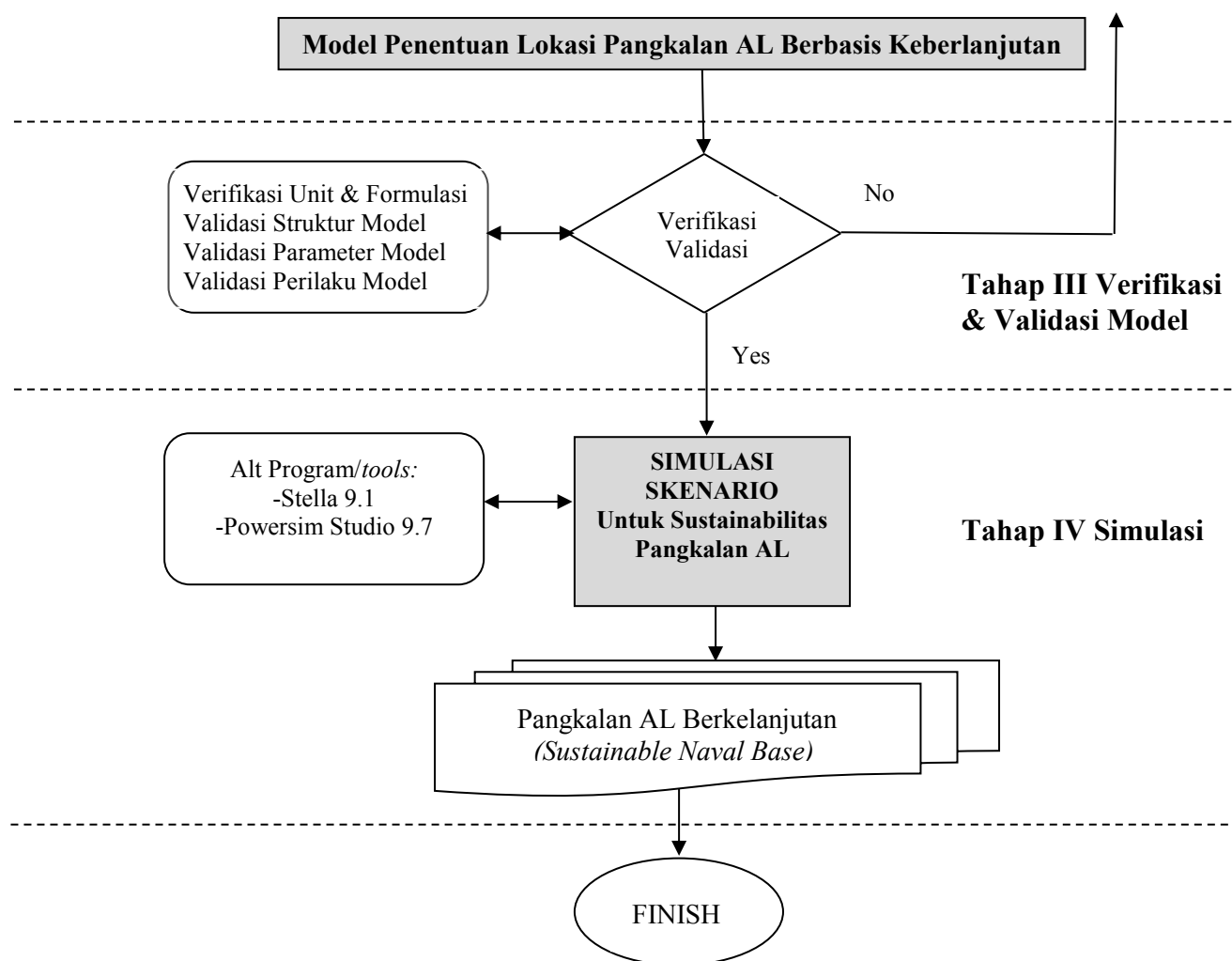
Menginterpretasikan dan menerapkan hasil bentukan model. Interpretasi dilakukan untuk menjawab permasalahan sebagaimana yang telah dirumuskan serta kaitannya dengan pemenuhan tujuan penelitian dan kontribusi penelitian.

3.2.8. Kesimpulan dan Saran

Penyusunan kesimpulan dari apa yang sudah didapat dari penelitian, serta pemberian saran terhadap proses penelitian yang telah dilaksanakan agar penelitian dapat memberikan manfaat yang lebih besar dan mempunyai kelanjutan siklus ilmu pengetahuan.

3.3. Tahap Pembentukan Model





Gambar 3.2. Tahapan Pembentukan Model

Tahapan dan Formulasi Pembentukan Model

Gambar 3.2. Tahapan dan formulasi pembentukan model dikerjakan dalam beberapa langkah, meliputi:

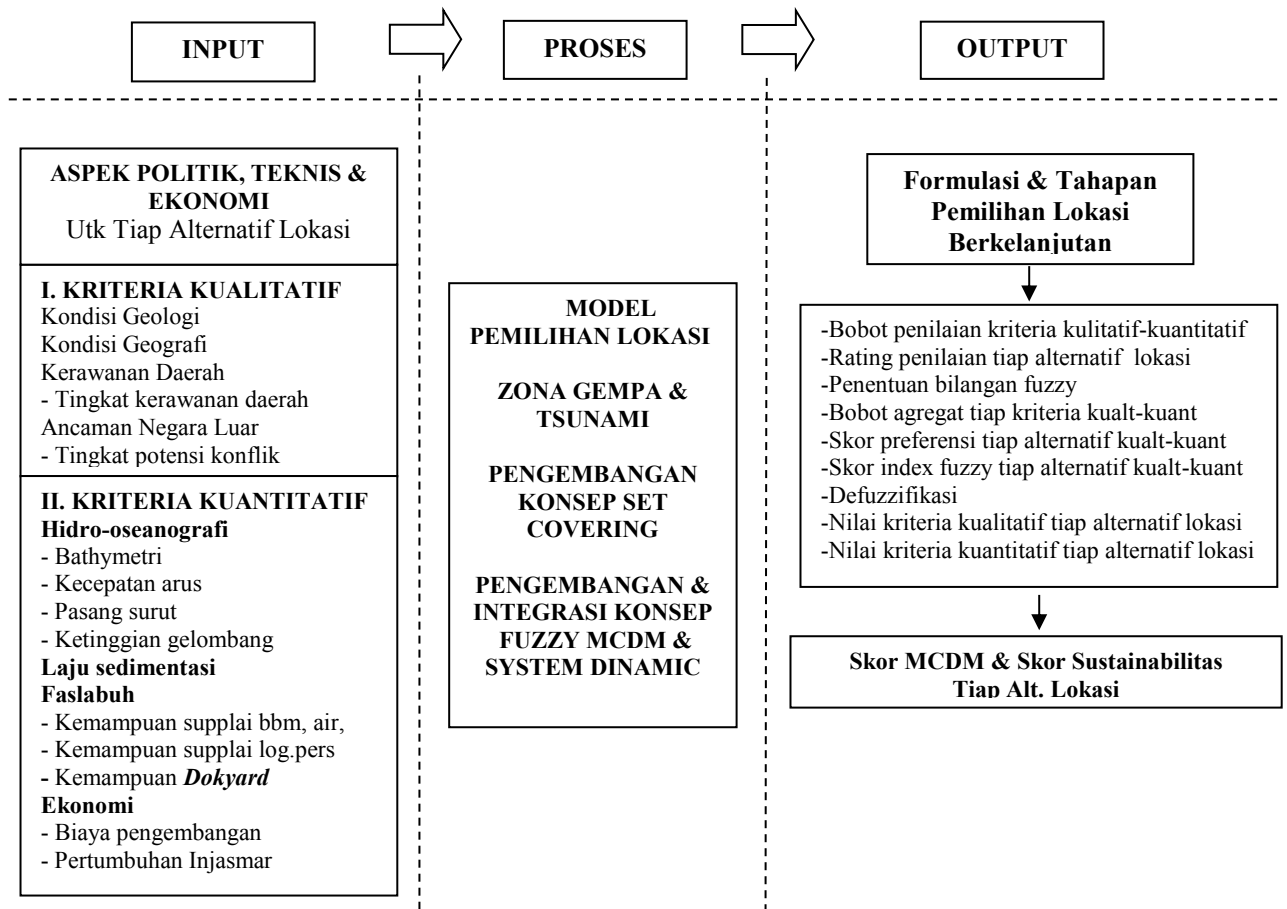
1. Tahap pertama. **Identifikasi ZONA Bencana Alam.**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi zona bencana alam yang meliputi bencana alam Gempa dan Tsunami. Lokasi eksisting Pangkalan AL yang terletak di Zona Bencana Alam ini dipertimbangkan untuk tidak terpilih sebagai lokasi yang *sustainable* bagi Pangkalan AL

2. Tahap kedua, **Developing Model.**

Pada tahap ini dilakukan pengembangan konsep teori *Set Covering-Fuzzy MCDM-System Dynamic* sebagai suatu Model untuk memilih lokasi eksisting Pangkalan Angkatan Laut sebagai suatu proses dan sistem yang berinteraksi dari aspek-aspek yang mempengaruhinya.

Secara garis besar *Input*, *Process* dan *Output* dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3. berikut :



Gambar 3.3. Diagram Input-Output Penelitian

Pada Gambar 3.3. Diagram Input-Output Penelitian, tahap awal dilakukan *input* dan identifikasi variabel data pangkalan baik dari aspek politik, teknis dan ekonomi, yang secara garis besar dibedakan menjadi 2, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif adalah data yang berbentuk *linguistic* yang belum terukur secara kuantitatif, sedangkan data kuantitatif adalah data yang sudah terukur berbentuk angka. Pengelompokan data ini perlu dilakukan karena kedua jenis data tersebut memerlukan pengolahan data yang berbeda. Selanjutnya pada tahap ini dilakukan investigasi bagaimana integrasi dan pengembangan konsep **Fuzzy MCDM** (Liang & Wang 1994) dengan metode **System Dynamic** (J.W.Forrester 1994) menjadi suatu Model Penentuan lokasi Pangkalan AL berbasis Sustainability. Pada proses ini unsur Sustainability sebagai suatu sistem dimasukkan pada algoritma seleksi metode Fuzzy MCDM, yang selama ini belum pernah dilakukan. Integrasi

kedua metode ini diterapkan pada penilaian kriteria-kriteria aspek politik, teknis dan ekonomi dalam sebuah pemilihan Pangkalan Angkatan Laut sebagai suatu sistem.

3. Tahap ketiga, **Verifikasi dan Validasi Model**

Setelah konstruksi model selesai, maka dilakukan verifikasi dan validasi atas struktur, perilaku, dan nilai output yang ditunjukkan oleh model. Uji Verifikasi dan Validasi dalam penelitian ini dilakukan dengan pada : Struktur Model dan Perilaku Model, yang dapat seperti berikut ini.

a. Uji verifikasi & validasi pada Struktur Model dilakukan dengan cara

- Uji kesesuaian struktur, yang dilakukan untuk menguji apakah struktur model tidak berlawanan dengan pengetahuan yang ada tentang struktur dari sistem nyata dan apakah struktur-struktur utama dari sistem nyata telah dimodelkan (Sushil, 1993) termasuk uji kecukupan batasannya. Tingkat kepercayaan atas ketepatan struktur model akan meningkat jika hasil pengujian menunjukkan bahwa struktur model tidak berlawanan dengan pengetahuan tentang struktur sistem nyata.
- Uji konsistensi satuan / dimensi serta formulasi model, dilakukan untuk memeriksa keseimbangan dimensi sebagai peubah pada persamaan matematis variable atau formulasi model (Sushil, 1993).

b. Uji Verifikasi dan Validasi pada Perilaku Model dilakukan dengan cara

- Uji reproduksi perilaku, digunakan untuk membandingkan perilaku sistem nyata dan model.
- Uji prediksi perilaku dan kondisi ekstrim, dilakukan dengan melihat perilaku yang ditimbulkan model sebagai akibat dari adanya lonjakan dan penurunan permintaan konsumen secara drastis. Perilaku ini kemudian ditinjau dan dianalisis untuk melihat apakah perilaku yang dihasilkan dapat diterima secara logis.

4. Tahap keempat, **Simulasi Skenario Sustainability Pangkalan**

Pada tahap ini dilakukan simulasi dan skenario untuk menguji Sustainability Pangkalan-pangkalan TNI AL sebagai suatu jaringan network dalam pertahanan dan keamanan di laut nusantara. Skenario probabilitas ancaman untuk sustainability Pangkalan Angkatan Laut yang terpilih pada pengembangan konsep *Set Covering*

berdasarkan ancaman dari Laut Cina Selatan, Blok Ambalat, Samudra Hindia dan Perairan Papua-Australia. Pada tahap ini Pangkalan TNI AL yang terpilih harus bisa menugaskan unsur-unsur Armada KRI nya ke daerah operasi sesuai MEF (*Minimum Essential Forces*) dan konsep *World Class Navy*, dimana dalam kurun waktu 1x24 jam dengan pemilihan Pangkalan AL yang tepat harus dapat *mendeploymentkan* satuan gugus tugas KRI ke daerah operasi.

Sedangkan pada skenario sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut yang terpilih pada pengembangan konsep dan integrasi metode *Fuzzy MCDM* dan *System Dynamic* dilakukan pada kondisi 2 dimensi waktu yaitu 15 tahun, dan 30 tahun, serta pada 3 skenario kombinasi yaitu : Skenario Pesimistik, Moderat dan Skenario Optimistik.

BAB IV

PEMODELAN

4.1. Pendahuluan

Bab ini berisi penyusunan model dalam pemilihan lokasi pengembangan Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan. Sesuai dengan desain penelitian atau riset metodologi yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka penyusunan model ini dilakukan dalam beberapa tahap, meliputi : (1) Identifikasi Variabel Zona Bencana Alam, (2) Pembangunan Model, (3) Validasi Model, dan (4) Simulasi Model.

Pada tahap Identifikasi Zona Bencana Alam, langkah yang dilakukan adalah identifikasi lokasi Pangkalan Angkatan Laut berdasarkan daerah zonasi bencana alam gempa dan tsunami. Pangkalan Angkatan Laut yang berada di zona rawan gempa, tsunami atau di jalur patahan dan sesar menjadi pertimbangan untuk tidak terpilih sebagai lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang *sustainable*, sehingga dari 26 lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut wilayah timur hanya akan terpilih beberapa Pangkalan Angkatan Laut yang aman dari faktor gempa dan tsunami. Langkah selanjutnya dalam tahap Identifikasi Variabel ini adalah mengidentifikasi variabel kriteria Pangkalan Angkatan Laut dari faktor kriteria Politik, Teknis dan Ekonomi sebagai suatu sistem Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan. Data-data dari faktor politik, teknis dan ekonomi tersebut kemudian diolah dan dianalisa pada tahap *Developing Model*.

Pada tahap Pembangunan Model akan dilakukan : Pemodelan *Covering Naval Base* yang merupakan pengembangan konsep *Set Covering*, pemodelan integrasi dan pengembangan algoritma *Fuzzy MCDM* dan *System Dynamic* dalam penentuan lokasi Pangkalan AL yang berkelanjutan, pada proses ini unsur Sustainability sebagai suatu sistem pada model *System Dymanic* dimasukkan pada algoritma seleksi metode Fuzzy MCDM.

Pada tahap Validasi Model akan dilakukan validasi atas struktur, perilaku, dan nilai output yang ditunjukkan oleh model. Uji Validasi dilakukan dengan 2 tahap yaitu: Validasi Struktur Model dan Validasi Perilaku Model.

Pada tahap Simulasi Model akan dilakukan simulasi dan skenario untuk menguji Sustainability Pangkalan-pangkalan TNI AL sebagai suatu skenario *game theory* oleh para *player* pembuat kebijakan (TNI AL dan Pemerintah).

4.2. Identifikasi Zona Bencana Alam

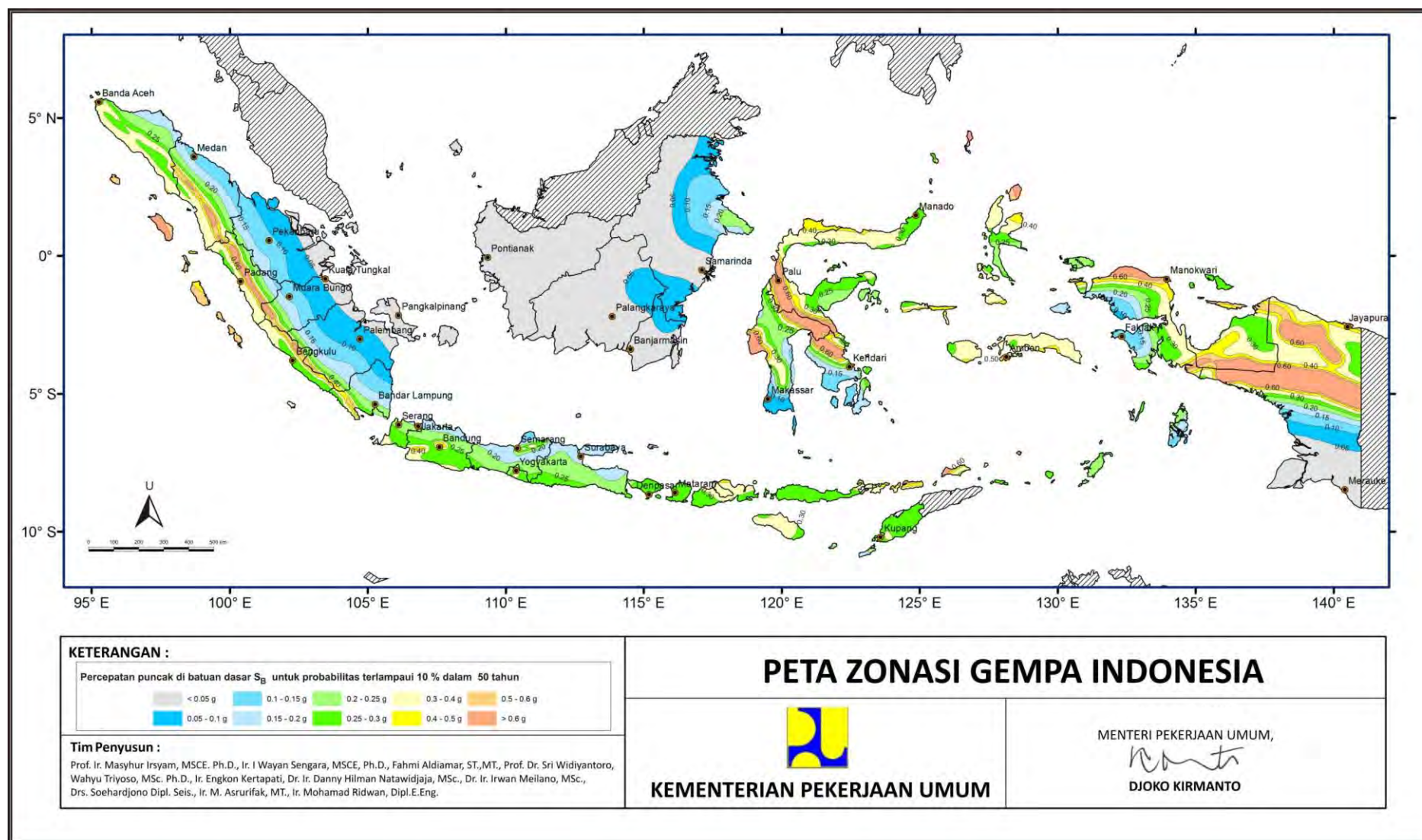
Sesuai dengan metodologi yang telah dipresentasikan dalam penelitian ini, maka langkah awal proses Pemilihan Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan ini diawali dengan identifikasi kriteria lokasi potensi bencana alam gempa dan tsunami pada 26 lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut. Pangkalan Angkatan Laut yang berada di zona rawan gempa dan tsunami menjadi pertimbangan untuk tidak terpilih sebagai lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang *sustainable*.

Indonesia termasuk dalam wilayah yang sangat rawan bencana gempa bumi dan tsunami seperti halnya Jepang dan California karena posisi geografisnya menempati zona tektonik yang sangat aktif dan berada di samudra Hindia dan Pasifik. Hal ini dikarenakan tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu di wilayah Indonesia serta membentuk jalur jalur pertemuan lempeng yang kompleks. Keberadaan interaksi antar lempeng ini menempatkan wilayah Indonesia sebagai wilayah yang sangat rawan terhadap gempa bumi dan tsunami. Berikut ini adalah gambar jalur patahan dan sesar yang berpotensi terjadinya gempa di daerah Republik Indonesia (sumber data Puslitbang Geologi, Jakarta 2015)



Gambar 4.1. Peta Jalur Patahan dan Sesar Indonesia
(Sumber: Puslitbang Geologi, Jakarta 2015)

Zona Gempa menurut Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 12/SE/M/2012 Tentang Pemberlakuan Peta Hazard Gempa Indonesia.



Gambar 4.2. Peta Zonasi Gempa Indonesia



Gambar 4.3. Peta Zonasi Ancaman Tsunami di Indonesia
(Sumber: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, BNPB 2012)

Tingginya aktivitas kegempaan ini terlihat dari hasil rekaman dan catatan sejarah dalam rentang waktu 1900 sd. sekarang terdapat lebih dari 50.000 kejadian gempa dengan magnituda $M = 5.0$ dan setelah dihilangkan gempa ikutannya terdapat lebih dari 14.000 gempa utama (*main shocks*). Kejadian gempa utama dalam rentang waktu tersebut dapat dilihat dalam Gambar 4.4 yang dikumpulkan dari berbagai sumber seperti, dari katalog gempa Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), *National Earthquake Information Center-U.S. Geological Survey* (NEIC-USGS).

Sejarah mencatat beberapa gempa besar dan tsunami dalam 6 tahun terakhir, seperti gempa Aceh dan tsunami tahun 2004 (9,2 Skala Richter), Gempa Nias tahun 2005 (8,7 Skala Richter), gempa Yogya tahun 2006 (6,3 skala Richter), gempa Padang tahun 2009 (7,6) dan gempa Sorong 2015 (6,4 Skala Richter). Gempa dan tsunami tersebut telah menyebabkan ribuan korban jiwa, keruntuhan dan kerusakan ribuan infrastruktur, serta dana trilyunan rupiah untuk rehabilitasi dan rekonstruksi.



Gambar 4.4. Peta Sebaran Kejadian Gempa Indonesia
(Sumber: Katalog Gempa BMKG 2015 & NEIC-USGS)

Pangkalan Angkatan Laut sebagai salah satu obyek vital nasional yang penting harus dibangun di lokasi atau daerah yang tidak termasuk dalam kategori

daerah rawan bencana alam berdasarkan peta zonasi gempa sesuai gambar 4.2. dan peta zonasi tsunami sesuai gambar 4.3.

Menurut data Peta Hazard Gempa Balitbang Kementrian PU 2012 dan Peta Zonasi Bencana Tsunami Badan Nasional Penanggulangan Bencana BNPB 2012, yang kemudian dihubungkan dengan 35 lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut Indonesia wilayah timur, maka terdapat beberapa lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut yang termasuk dalam kategori rawan gempa dan tsunami sehingga menjadi pertimbangan untuk tidak dipilih sebagai alternatif lokasi dalam pengembangan Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan.

Tabel 4.1. merupakan analisa untuk mengidentifikasi zona gempa dan tsunami di 26 lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut berdasarkan Peta Zonasi Gempa (Balitbang Kementrian PU 2012), Peta Zonasi Tsunami (Badan Nasional Penanggulangan Bencana BNPB 2012) dan peta jalur patahan dan sesar (Puslitbang Geologi 2015) serta sebaran kejadian gempa (Katalog Gempa BMKG 2015 & *National Earthquake Information Center - U.S. Geological Survey* NEIC-USGS)

Tabel 4.1. Zonasi Bencana Gempa dan Tsunami Lokasi Pangkalan AL Indonesia

No	Lokasi Pangkalan AL	Bencana Gempa		Bencana Tsunami		Result
		Percpt Pucak/PGA	Jalur Patahan	Zona Subdiksi	Zona Ancaman	
1	Cilacap	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
2	Tegal	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
3	Semarang	0.10-0.15 g	Aman	Aman	Aman	OK
4	Banyuwangi	0.20-0.25 g	jalur patahan & sesar	Aman	Aman	N.OK
5	Benoa	0.20-0.25 g	jalur patahan & sesar	Aman	Aman	N.OK
6	Kendari	0.20-0.25 g	Aman	Aman	Aman	OK
7	Palu	0.50-0.60 g	jalur patahan & sesar	Aman	Aman	N.OK
8	Mataram	0.20-0.25 g	Aman	Aman	Aman	OK
9	Maumere	0.40-0.50 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
10	Rote	0.15-0.20 g	Aman	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
11	Melonguene	0.15-0.20 g	Aman	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
12	Tahuna	0.40-0.05 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
13	Gorontalo	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
14	Toli-toli	0.40-0.05 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
15	Tual	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
16	Saumlaki	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
17	Biak	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
18	Aru	0.15-0.20 g	Aman	Aman	Aman	OK
19	Timika	0.20-0.25 g	Aman	Aman	Aman	OK
20	Nunukan	0.40-0.05 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
21	Sangatta	0.10-0.15 g	Aman	Aman	Aman	OK
22	Balikpapan	0.20-0.25 g	Aman	Aman	Aman	OK
23	Banjarmasin	0.05-0.10 g	Aman	Aman	Aman	OK
24	Kotabaru	0.20-0.25 g	Aman	Aman	Aman	OK
25	Morotai	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK
26	Ternate	0.30-0.40 g	jalur patahan & sesar	jalur subdiksi	zona tsunami	N.OK

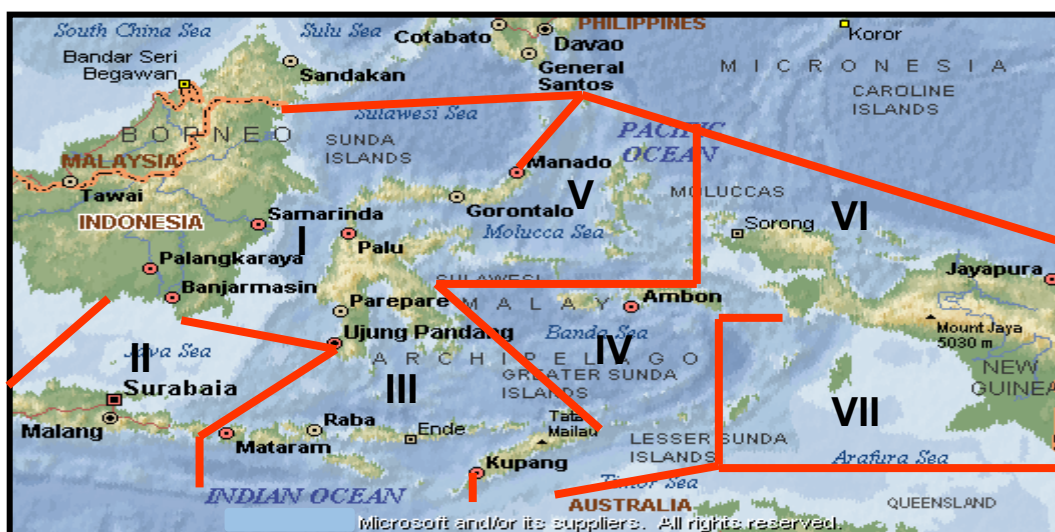
Tabel 4.1. disusun berdasarkan peta Zonasi Gempa Balitbang Kementrian PU 2012 dan Zonasi Bahaya Tsunami BNPB 2012, untuk seluruh daerah di

Indonesia berdasarkan faktor percepatan puncak (PGA) pada batuan dasar, untuk *probability exceedence* 10 % dalam 50 tahun, peta jalur patahan dan sesar. Faktor percepatan puncak (PGA) adalah percepatan rambat gelombang gempa dari batuan dasar ke permukaan tanah. Semakin tinggi PGA maka semakin tinggi kerawanan daerah tersebut terhadap gempa. Dengan asumsi *probability exceedence* 10 % dalam 50 tahun dan berdasarkan Peta Hazard Gempa dan Tsunami, maka dapat diidentifikasi: dari 26 lokasi Pangkalan Angkatan Laut wilayah timur terdapat 17 titik lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut yang berada dalam jalur gempa patahan dan sesar aktif serta zona tsunami, dan 9 lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut yang masuk dalam kategori aman karena tidak berada dalam lokasi gempa, jalur patahan dan sesar aktif serta zona tsunami. Sehingga dengan analisa data di atas maka didapatkan 9 lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut yang dapat dikembangkan menjadi Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan, yang meliputi Semarang, Balikpapan, Kotabaru, Banjarmasin, Sangatta, Kendari, Mataram, Timika, Aru.

4.3. Sub-Model Covering Technique Naval Base

4.3.1. Identifikasi Variabel Pangkalan Angkatan Laut-MEF-World Class Navy

Wilayah kerja Komando Armada RI Kawasan Timur terdiri dari 7 (tujuh) sektor operasi. Pada Gambar 4.5. Setiap sektor operasi terdiri beberapa pangkalan Angkatan Laut seperti pada gambar di bawah ini. Pangkalan-pangkalan tersebut *mengcover* sektor operasi dengan Kapal TNI AL / KRI sebagai alat pengamannya.



Gambar 4.5. Sektor Operasi Komando Armada RI Kawasan Timur

Tabel 4.2. Sektor Operasi - *Network*/Jaringan Pangkalan TNI AL Wilayah Timur

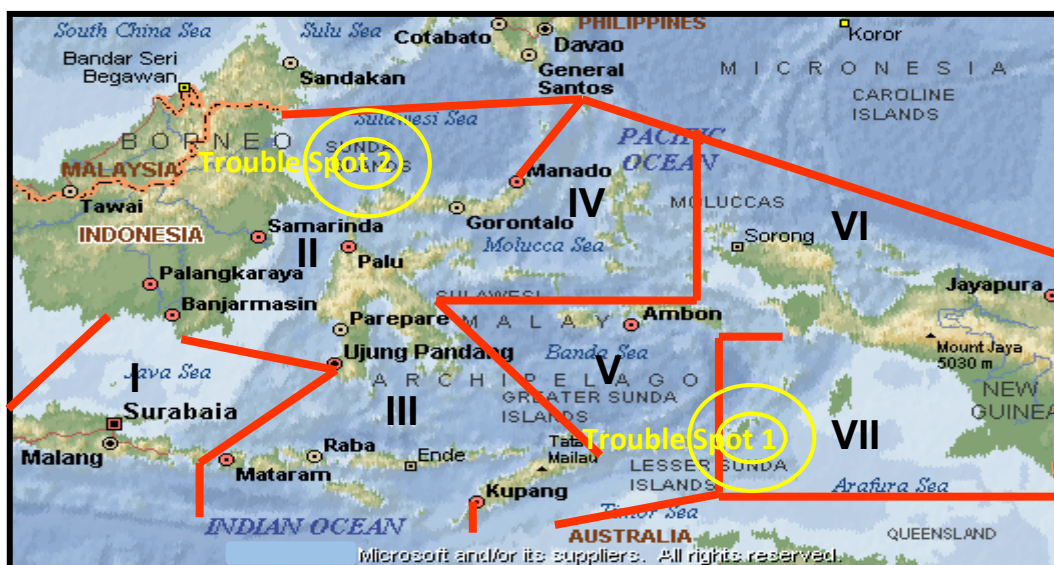
No	SEKTOR	JARINGAN / NETWORK PANGKALAN TNI AL	Jumlah Pangkalan	LUAS NautMil2
1	SEKTOR I	Lanal Cilacap, L.Tegal, L.Semarang, L.Banyuwangi, L.Benoa	5	278.819
2	SEKTOR II	Lanal Sangatta, L.Nunukan, L.Balikpapan, L.Kotabaru, L.Banjarmasin	5	295.074
3	SEKTOR III	Lanal Mataram, Lanal Maumere, L. Rote	3	270.999
4	SEKTOR IV	Lanal Palu, L.Melonguene, L.Toli-Toli, L.Gorontalo, L. Tahuna	5	230.169
5	SEKTOR V	Lanal Kendari, L. Saumlaki, L. Tual.	3	262.314
6	SEKTOR VI	Lanal Biak, L.Ternate, Lanal Morotai.	3	275.824
7	SEKTOR VII	Lanal Timika, L. Aru	2	286.258
				1.899.457

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa setiap sektor operasi memiliki pangkalan-pangkalan pendukung sebagai suatu jaringan/*network* pangkalan yang berada di wilayah sektor tersebut. *Network* atau jaringan pangkalan di sektor operasi didasarkan pada konsep bahwa tidak semua pangkalan bisa *mengcover* sektor operasi karena terkendala jarak jangkauan pangkalan dan efektifitas fungsinya akibat adanya pangkalan lain di sektor operasi tersebut. Rayonisasi sesuai tabel 4.2. merupakan suatu *network* / jaringan pangkalan yang diberlakukan dalam pembagian pangkalan untuk *mengcover* sektor operasi berdasarkan jarak jangkauan kapal di pangkalan ke sektor operasi.

MEF (*Minimum Essential Forces*) dan *World Class Navy*

Kebijakan dasar pembangunan TNI Angkatan Laut menuju MEF adalah pembangunan kekuatan yang disusun berdasarkan kemampuan yang diperlukan (*capability design*) untuk menghadapi segala bentuk ancaman dengan segala resiko yang dihadapi. Arah dan sasaran pembangunan kekuatan pertahanan negara Indonesia di laut difokuskan untuk membangun kekuatan TNI AL yang *minimum required essential force*, artinya adalah kekuatan dan kemampuan TNI AL yang diperlukan untuk mengatasi ancaman keamanan yang bersifat mendesak. (Ditjen Strahan, 2013). Sejalan dengan hal tersebut, konsep *World Class Navy* yang dikemukakan oleh Dr. Marsetio (*Sea Power Indonesia*, 2013) bahwa 1 (satu) Satuan Gugus Tugas KRI harus dapat di *deployment* kan ke daerah operasi dengan waktu tidak melebihi 1x24 jam dengan pemilihan pangkalan-pangkalan TNI AL yang tepat sebagai pendukungnya. Dalam menentukan *deployment* kekuatan Gugus Tugas KRI yang berdasar pada kemampuan (*capability based*), maka pendekatan perhitungan kekuatan mengacu kepada skenario daerah ancaman yang paling mungkin, *most likely* dan paling berbahaya *most dangerous*, (Buku Postur TNI AL 2016).

Berdasarkan analisis perkembangan lingkungan strategis wilayah perairan Indonesia (Andi Wijayanto, 2015) bahwa potensi ancaman yang dapat diprediksi menjadi ancaman nyata yang paling mungkin dan paling berbahaya (*most likely & most dangerous*) saat ini dan beberapa tahun ke depan adalah potensi konflik di wilayah Perairan Papua, Kupang dan Australia (*trouble spot 1*), serta potensi konflik batas wilayah di perairan Laut China Selatan dan Ambalat (*trouble spot 2*), seperti digambarkan pada Peta Skenario Daerah Ancaman Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Peta Skenario Daerah Ancaman di Wilayah Koarmatim

Identifikasi Model *Covering Naval Base* ini disusun berdasarkan skenario daerah ancaman di *Trouble Spot 1* (sektor V dan VII), *Trouble Spot 2* (sektor II, IV) serta di daerah operasi patroli rutin Koarmatim (sektor I sd VII), dengan 1 (satu) Satuan Gugus Tugas KRI berdasarkan MEF, *Minimum Essential Forces* dan Perhitungan Kalkulasi Tempur Postur TNI AL (2016) yang meliputi :

Skenario 1

(1) Untuk patroli laut Rutin di Sektor-sektor Kamla (sektor I sd. VII) dengan Satu satuan gugus tugas 27 Kapal *Patrolling Forces*. (9 *Parchim*, 9 *FPB 57 Nav* & 9 *PC 43 Class*)

Skenario 2

(2) Untuk operasi laut di *trouble spot 1*, Perairan Papua-Australia (sektor V dan VII) dengan Satu satuan gugus tugas 23 kapal *Striking Forces*, yang terdiri dari 2 *PKR Destroyer*, 3 *PKR Frigate*, 3 *PKR Korvet Sigma*, 3 *PKR Korvet MRLF*, 13 *KCR* (Kapal Cepat Rudal, mandau, badik, keris *class*).

Skenario 3

(3) Untuk operasi laut di *trouble spot 2* Sektor LCS dan Ambalat (sektor II dan IV) dengan Satu satuan gugus tugas 16 kapal *Striking Forces*, yang terdiri dari 4 PKR *Frigate*, 3 PKR *Korvet Sigma*, 3 PKR *Korvet MRLF*, 6 KCR (Kapal Cepat Rudal, mandau, badik, keris *class*).

Coverage Area dan Jarak Jelajah Gugus Tugas KRI

Coverage Area dan Jarak jelajah 1 (satu) Satuan Gugus Tugas KRI dihitung dengan rumus 2.23. dan 2.24. yang kemudian ditunjukkan dalam Tabel 4.3, Tabel 4.4, dan Tabel 4.5. sesuai sektor operasi rutin kamla, sektor *trouble spot 1* dan sektor *trouble spot 2* :

Tabel 4.3 Data Gugus Tugas KRI di Sektor Rutin Kamla

DATA KEMAMPUAN KRI PATROLLING FORCES TNI AL - OPS RUTIN KAMLA							
No	KAPAL PATROLI KODE	KELAS	KECEPATAN V (Mil/Jam)	ENDURANCE E (Hr)	JANGK. RADAR d (Mil)	JARAK JELAJAH S (Mil)	COVERAGE AREA CA (Mil2)
1	USP	PARCHIM	14	4	48	336	16.142,98
2	NUK	PARCHIM	15	4	48	360	17.179,78
3	LAM	PARCHIM	14	4	48	336	16.142,98
4	STO	PARCHIM	14	4	48	336	16.142,98
5	WIR	PARCHIM	13	4	48	312	15.106,18
6	MMS	PARCHIM	14	4	48	336	16.142,98
7	TPD	PARCHIM	15	4	48	360	17.179,78
8	HBS	PARCHIM	13	4	48	312	15.106,18
9	IMB	PARCHIM	15	4	48	360	17.179,78
10	PDG	FPB	16	5	48	384	18.216,58
11	SRA	FPB	16	5	48	384	18.216,58
12	HIU	FPB	17	5	48	408	19.253,38
13	LYG	FPB	17	5	48	408	19.253,38
14	KKP	FPB	15	5	48	360	17.179,78
15	KRP	FPB	15	5	48	360	17.179,78
16	TKL	FPB	15	5	48	360	17.179,78
17	TDK	FPB	17	5	48	408	19.253,38
18	LMC	FPB	17	5	48	408	19.253,38
19	SLP	PC	24	3	48	576	26.510,98
20	KTN	PC	25	3	48	600	27.547,78
21	WRK	PC	25	3	48	600	27.547,78
22	PNN	PC	23	3	48	552	25.474,18
23	KLK	PC	25	3	48	600	27.547,78
24	TDN	PC	23	3	48	552	25.474,18
25	PTL	PC	25	3	48	600	27.547,78
26	TWS	PC	24	3	48	576	26.510,98
27	WLG	PC	25	3	48	600	27.547,78

Tabel 4.4 Data Gugus Tugas KRI di Sektor *Trouble Spot 1*

DATA KEMAMPUAN KRI STRIKING FORCES TNI AL - OPERASI TROUBLE SPOT 1							
No	KRI KODE	KELAS	KECEPATAN V (Mil/Jam)	ENDURANCE E	JANGK. RADAR d (Mil)	JARAK JELAJAH S (Mil)	COVERAGE AREA CA (Mil2)
1	PKR DESTROYER 1	VANSPEIJK	26	5	56	624	33.665,18
2	PKR DESTROYER 2	VANSPEIJK	26	5	56	624	33.665,18
3	PKR FRIGATE 1	FRIGATE	28	5	56	672	36.084,38
4	PKR FRIGATE 2	FRIGATE	28	5	56	672	36.084,38
5	PKR FRIGATE 3	FRIGATE	28	5	56	672	36.084,38
6	PKR KORVET 1	SIGMA	30	6	52	720	35.606,38
7	PKR KORVET 2	SIGMA	30	6	52	720	35.606,38
8	PKR KORVET 3	SIGMA	30	6	52	720	35.606,38
9	PKR KORVET 4	MRLF	30	6	52	720	35.606,38
10	PKR KORVET 5	MRLF	30	6	52	720	35.606,38
11	PKR KORVET 6	MRLF	30	6	52	720	35.606,38
12	KCR 1	MANDAU	40	4	48	960	43.099,78
13	KCR 2	MANDAU	40	4	48	960	43.099,78
14	KCR 3	MANDAU	40	4	48	960	43.099,78
15	KCR 4	BADIK	42	4	48	1008	45.173,38
16	KCR 5	BADIK	42	4	48	1008	45.173,38
17	KCR 6	BADIK	42	4	48	1008	45.173,38
18	KCR 7	KERIS	41	4	48	984	44.136,58
19	KCR 8	KERIS	41	4	48	984	44.136,58
20	KCR 9	KERIS	41	4	48	984	44.136,58
21	KCR 10	PSK	43	4	48	1032	46.210,18
22	KCR 11	PSK	43	4	48	1032	46.210,18
23	KCR 12	PSK	43	4	48	1032	46.210,18

Tabel 4.5 Data Gugus Tugas KRI di Sektor *Trouble Spot 2*

DATA KEMAMPUAN KRI STRIKING FORCES TNI AL - OPERASI TROUBLE SPOT 2							
No	KRI	KELAS	KECEPATAN	ENDURANCE	JANGK. RADAR	JARAK JELAJAH	COVERAGE AREA
	KODE		V (Mil/Jam)	E (Hr)	d (Mil)	S (Mil)	CA (Mil ²)
1	PKR FRIGATE 1	FRIGATE	28	5	56	672	36.084,38
2	PKR FRIGATE 2	FRIGATE	28	5	56	672	36.084,38
3	PKR FRIGATE 3	FRIGATE	28	5	56	672	36.084,38
4	PKR FRIGATE 4	FRIGATE	28	5	56	672	36.084,38
5	PKR KORVET 1	SIGMA	30	6	54	720	37.052,15
6	PKR KORVET 2	SIGMA	30	6	54	720	37.052,15
7	PKR KORVET 3	SIGMA	30	6	54	720	37.052,15
8	PKR KORVET 4	MRLF	30	6	54	720	37.052,15
9	PKR KORVET 5	MRLF	30	6	54	720	37.052,15
10	PKR KORVET 6	MRLF	30	6	54	720	37.052,15
11	KCR 1	MANDAU	40	4	48	960	43.099,78
12	KCR 2	MANDAU	40	4	48	960	43.099,78
13	KCR 3	MANDAU	40	4	48	960	43.099,78
14	KCR 4	BADIK	42	4	48	1008	45.173,38
15	KCR 5	BADIK	42	4	48	1008	45.173,38
16	KCR 6	BADIK	42	4	48	1008	45.173,38

Tabel 4.3, Tabel 4.4. dan Tabel 4.5. menunjukkan jarak jelajah kapal dan *coverage area* yang dapat diamankan untuk setiap jenis KRI dan klasnya mulai dari *Patrolling Forces* hingga *Striking Forces*. Jarak jelajah maksimal kapal patroli adalah kemampuan jangkauan kapal patroli berlayar untuk sekali *endurance* (ketahanan berlayar tanpa bekal ulang). Sedangkan *coverage area* adalah luasan area laut yang dapat diamankan oleh KRI berdasarkan kemampuan jangkauan radar, *endurance* dan jarak jelajah yang dicapainya. Untuk perhitungan luas jangkauan *coverage area* dan jarak jelajah KRI berdasarkan Buku Petunjuk Kalpur Postur TNI AL 2016.

Data Jangkauan Pangkalan

Jangkauan Pangkalan adalah besaran jarak jangkauan Gugus Tugas KRI / kapal-kapal TNI AL yang ditempatkan di pangkalan sebagai akibat posisi strategis pangkalan tersebut terhadap sektor operasi. Artinya dengan pemilihan posisi pangkalan yang tepat maka diharapkan kapal dengan kemampuan jelajahnya dapat menjangkau sektor operasi tanpa bekal ulang.

Tabel 4.6 Letak jangkauan pangkalan TNI AL terhadap sektor operasi wilayah timur
(Sumber Data Olahan Peta Hidro Oseanografi TNI AL 2015)

No.	Nama Pangkalan AL	JANGKAUAN PANGKALAN (Mil)						
		SEKTOR I	SEKTOR II	SEKTOR III	SEKTOR IV	SEKTOR V	SEKTOR VI	SEKTOR VII
1	Cilacap	1662	2450	2655	2795	2873	2986	2943
2	Tegal	1675	2285	2433	2543	2690	2755	2735
3	Semarang	1590	2200	2235	2305	2415	2545	2525
4	Banyuwangi	1660	2250	2386	2255	2425	2505	2495
5	Benoa	1673	2412	2155	2102	2390	2410	2350
6	Sangatta	2310	1826	1835	2130	2275	2320	2380
7	Nunukan	2235	1790	2325	2845	2310	2655	2745
8	Balikpapan	2357	1820	2490	2575	2375	2690	2875
9	Kotabaru	2300	1810	2415	2510	2305	2615	2805
10	Banjarmasin	2575	1815	2355	2480	2225	2580	2775
11	Mataram	1802	2765	2150	2450	2375	2510	2702
12	Maumere	1835	3750	1975	2640	1401	2245	3675
13	Rote	2850	2245	1840	2275	2750	2910	2725
14	Palu	3225	3310	1865	2560	2975	3275	2775
15	Melonguene	3045	3075	1812	2255	2450	2775	2455
16	Toli-toli	2950	2875	1775	2202	2575	2810	2240
17	Gorontalo	2775	3211	2655	1535	2277	2550	2470
18	Tahuna	3150	3345	2455	1410	1365	2330	1925
19	Kendari	2975	3424	2375	1455	1390	2290	1990
20	Saumlaki	2865	3155	2305	2110	1312	2235	2650
21	Tual	2245	3576	2648	2020	1377	2285	2780
22	Biak	2650	3875	2723	2093	1370	1200	2365
23	Ternate	2855	3890	2833	2235	2074	1248	2476
24	Morotai	3035	3955	2955	2496	2255	1215	2519
25	Timika	2968	3825	2801	2428	2190	1225	2375
26	Aru	3105	3765	2791	2393	2154	2775	1390

Tabel 4.6 adalah matriks jarak jangkauan 26 Pangkalan Angkatan Laut wilayah timur dari Cilacap hingga Aru terhadap 7 sektor operasi wilayah timur. Angka-angka pada matriks tersebut menunjukkan jarak jangkauan pangkalan akibat posisi strategisnya untuk mencapai sektor operasi. Data jangkauan pangkalan tersebut akan berguna sebagai variabel utama dalam pemilihan pangkalan pendukung bagi Satuan Gugus Tugas KRI selain variabel kemampuan jarak jelajah kapal patroli.

4.3.2. Model Matematis *Covering Technique* - *Naval Base*

Langkah berikutnya adalah penyusunan model matematis untuk menentukan Pangkalan Angkatan Laut di setiap sektor operasi dengan metode *Covering Technique* yang telah dikembangkan dalam disertasi ini, dengan model yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

-Fungsi Tujuan / Objective Function

Fungsi tujuan (*objective function*) dalam Model *covering technique naval base* ini difokuskan sesuai dengan definisi/konsep *World Class Navy* dan *MEF (Minimum Essential Forces)*, dimana penugasan Satuan Gugus Tugas KRI ke sektor operasi / *Hot Spot Area* harus dapat mengcover semaksimal mungkin luasan sektor operasi terhadap ancaman / infiltrasi militer asing dengan menempatkan atau *deployment* Satuan Gugus Tugas KRI ke daerah operasi / *Trouble Spot Area* dengan waktu seminimal mungkin.

a. Memaksimalkan *Coverage Area* (CA) yang diamankan oleh Satuan Gugus Tugas KRI (X_k) di Sektor-sektor Operasi (j) atau *Trouble Spot Area* (h)

$$CA \max = \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} X_{k,j,h} \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

b. Meminimalkan Waktu Capaian (T) Satuan Gugus Tugas KRI (X_k) di Sektor-sektor operasi (j) atau *Trouble Spot Area* (h)

$$T \min = \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} X_{k,j,h} \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

-Fungsi Kendala / Constrain

Seperti halnya *Objective Function*, Fungsi *constrain* dalam Model *covering technique* ini difokuskan sesuai dengan definisi/konsep *World Class Navy* dan *MEF (Minimum Essential Forces)*, dimana 1 (satu) sektor operasi dicover oleh sedikitnya 1 (satu) pangkalan AL terhadap ancaman yang paling mungkin dan paling berbahaya (*most likely and most dangerous-trouble spot area*) dan capaian waktu penugasan Satuan Gugus Tugas KRI dari Pangkalan AL ke *Trouble Spot Area 1* (sektor III, V, VII) dan *Trouble Spot Area 2* (sektor II, IV) tidak melebihi 1x24 jam, sedangkan penugasan Satuan Gugus Tugas KRI dari Pangkalan AL ke sektor operasi Rutin Kamla tidak melebihi keterbatasan waktu endurance KRI.

1. Waktu Capaian *Deployment* (T) Satuan Gugus Tugas KRI dari pangkalan (Xp) ke *Trouble Spot Area 1 & 2*, (h1, h2) tidak melebihi 1 x 24 jam.

$$T.Xp,h \leq 1x24 \text{ jam} \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

2. Waktu Capaian *Deployment* (T) Satuan Gugus Tugas KRI dari pangkalan (Xp) ke Sektor Operasi- j (*Rutin-Kamla*) tidak melebihi Endurance KRI (E).

$$T.Xp,j \leq E \quad \dots\dots\dots (4.4)$$

3. Jarak Pangkalan (yang terpilih) ke sektor operasi (D) tidak melebihi kemampuan maksimal jarak jelajah Satuan Gugus Tugas KRI (S)

$$D.Xp,j \leq S \quad \dots\dots\dots (4.5)$$

4. Sektor operasi- j di *cover* oleh sedikitnya satu pangkalan angkatan laut (Xp).

$$Xp,j \geq 1 \quad \dots\dots\dots (4.6)$$

-Variabel keputusan / Decision Variabel

Keputusannya adalah apakah pangkalan- p terpilih atau tidak, menjadi Pangkalan Angkatan Laut di sektor operasi- j. Bentuk variable keputusan adalah *integer* dan 0-1 (*zero-one*). Hasil = 0, artinya pangkalan- p tidak terpilih mengcover sektor operasi- j, dan hasil = 1 artinya pangkalan- k terpilih mengcover sektor operasi- j. Variabel keputusan ditunjukkan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Matriks *Zero-One* Keputusan Pemilihan Pangkalan AL di Sektor operasi Rutin Kamla / Sektor *Trouble Spot* 1 / Sektor *Trouble Spot* 2

No.	Pangkalan AL (p)	KEPUTUSAN PEMILIHAN PANGKALAN						
		SEKTOR OPERASI (j)						
		SEKTOR I	SEKTOR II	SEKTOR III	SEKTOR IV	SEKTOR V	SEKTOR VI	SEKTOR VII
1	Cilacap	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
2	Tegal	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
3	Semarang	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
4	Banyuwangi	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
5	Benoa	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
6	Sangatta	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
7	Nunukan	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
8	Balikpapan	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
9	Kotabaru	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
10	Banjarmasin	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
11	Mataram	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
12	Maumere	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
13	Rote	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
14	Palu	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
15	Melonguene	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
16	Toli-toli	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
17	Gorontalo	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
18	Tahuna	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
19	Kendari	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
20	Saumlaki	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
21	Tual	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
22	Biak	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
23	Ternate	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
24	Morotai	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
25	Timika	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$
26	Aru	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$	$X_{p,j}$

$X_{p,j} = 0$, artinya pangkalan- p tidak terpilih mengcover sektor operasi- j

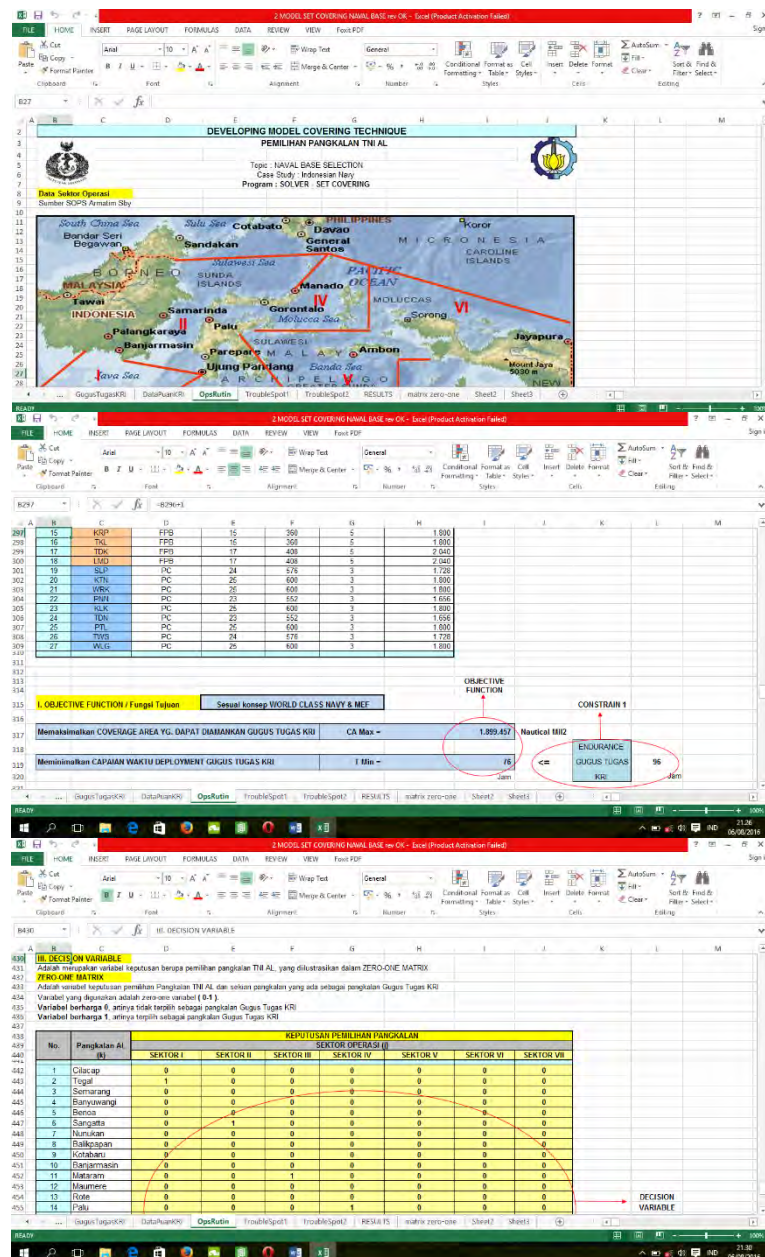
$X_{p,j} = 1$, artinya pangkalan- p terpilih mengcover sektor operasi- j.

4.3.3. Solver Model *Covering Technique Naval Base*

Program Optimasi *Solver* (terlampir dalam disertasi ini) dipakai sebagai *tools* dalam pemodelan *covering technique – naval base*. Penyusunan model berupa input semua data-data persoalan, penyusunan *Decision Variabel*, *Constrain*, serta *Objective Function* dilakukan dengan cara operasi program *Solver*. Urutan langkah- langkahnya sebagai berikut:

- Input dan Penyusunan data :
 - Data pangkalan di sektor operasi rutin kamla dan sektor *trouble spot area* 1 dan 2 (nama, lokasi dan peta pangkalan).
 - Jaringan / *network* pangkalan di sektor operasi dan *trouble spot area*
 - Jarak / Jangkauan pangkalan ke sektor operasi dan *trouble spot area*.
 - Kemampuan Gugus Tugas KRI.
 - Availability* pangkalan terhadap Satuan Gugus Tugas KRI.
- Penyusunan *Decision Variabel* :
Matriks *zero-one* pemilihan Pangkalan AL sesuai Skenario 1, 2 dan 3

3. Penyusunan *Constrain* / Data-data batasan sistem.
 - a. Waktu capaian Satuan Gugus Tugas KRI tidak melebihi 1x24 jam (untuk operasi di *trouble spot area*) dan tidak melebihi *endurance* KRI (untuk operasi rutin kmla)
 - b. Jangkauan pangkalan ke sektor operasi tidak melebihi kemampuan jarak jelajah Satuan gugus tugas KRI.
 - c. Setiap sektor operasi minimal dicovers oleh satu pangkalan.
4. Penyusunan *Objective Function*
Memaksimalkan coverage area yang dapat diamankan oleh Satuan tugas KRI

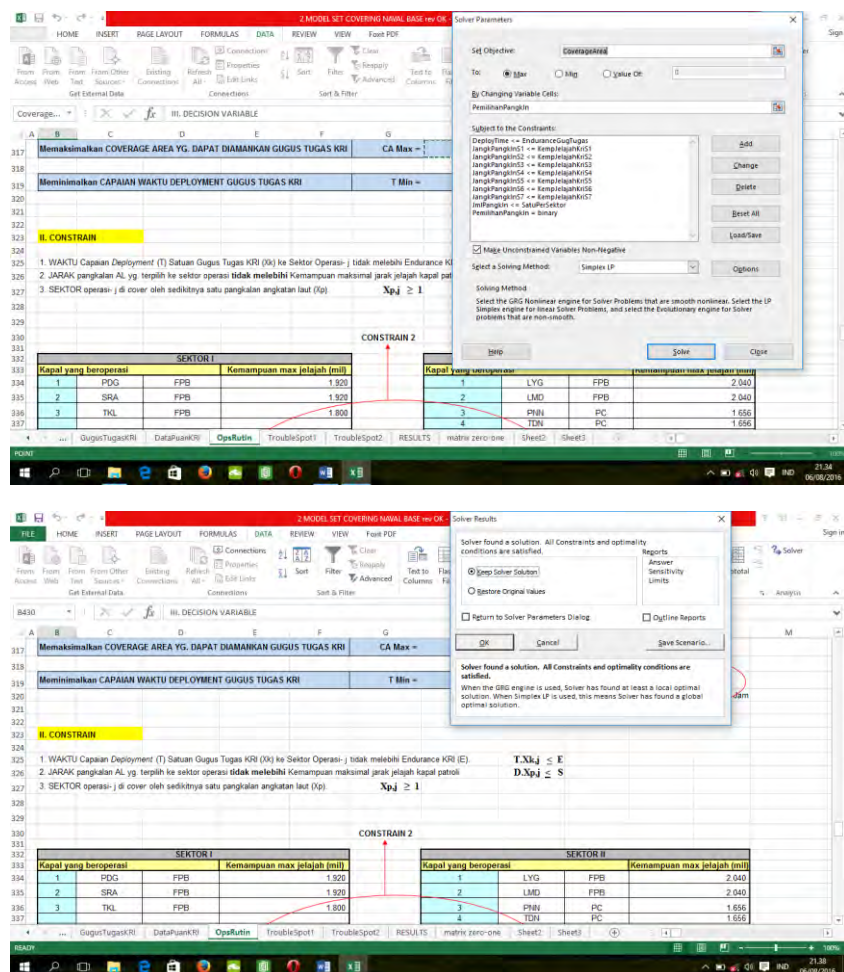
Gambar 4.7. *Developing dan Input data optimasi pemilihan pangkalan*

Gambar 4.7. adalah *developing* model dan input data optimasi pemilihan pangkalan pendukung bagi kapal-kapal patroli TNI AL yang disusun dalam program *solver*.

Penjalanan program (*Running*)

Running program dimulai dengan memasukkan data :

- Set Target Cells* = Fungsi tujuan (*objective function*)
- By Changing Cells* = Variabel keputusan (*decision variable*)
- Subject to the constrain* = Fungsi kendala (*constrain*)
- Option & Solve* = - *Simplex Linear Model*
- *Non Negative Variable*



Gambar 4.8. *Running* Program Solver Pemilihan Pangkalan AL

Gambar 4.8. menunjukkan *running* program *solver* dan hasilnya pada pemilihan pangkalan yang optimum bagi Satuan Gugus Tugas KRI. *Solver found a solution, all constraints and optimality conditions are satisfied*, artinya program pemilihan pangkalan telah mendapatkan hasil yang optimal.

Hasil Simulasi Program

Hasil dari simulasi program solver dalam persoalan ini adalah didapatnya

1. Variabel keputusan (*zero-one decision variabel*) yang menunjukkan terpilihnya pangkalan TNI AL untuk mengcover sektor operasi dan *sektor trouble spot area*.
2. Nilai maksimal Coverage area yang dapat diamankan Satuan Gugus Tugas KRI
3. Nilai waktu minimal yang dicapai Satuan Gugus Tugas KRI ke Sektor operasi.

Tabel 4.8 adalah variabel keputusan dalam pemilihan Pangkalan AL untuk sektor rutin kamla, sektor *trouble spot 1* dan sektor *trouble spot 2*.

Tabel 4.8. Variabel keputusan (*zero-one*) pemilihan Pangkalan AL

OPERASI RUTIN KAMLA								
No	Pangkalan AL	KEPUTUSAN PEMILIHAN PANGKALAN						
		SEKTOR OPERASI						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	Cilacap	0	0	0	0	0	0	0
2	Tegal	1	0	0	0	0	0	0
3	Semarang	0	0	0	0	0	0	0
4	Banyuwangi	0	0	0	0	0	0	0
5	Benoa	0	0	0	0	0	0	0
6	Sangatta	0	1	0	0	0	0	0
7	Nunukan	0	0	0	0	0	0	0
8	Balikpapan	0	0	0	0	0	0	0
9	Kotabaru	0	0	0	0	0	0	0
10	Banjarmasin	0	0	0	0	0	0	0
11	Mataram	0	0	1	0	0	0	0
12	Maumere	0	0	0	0	0	0	0
13	Rote	0	0	0	0	0	0	0
14	Palu	0	0	0	1	0	0	0
15	Melonguene	0	0	0	0	0	0	0
16	Toli-toli	0	0	0	0	0	0	0
17	Gorontalo	0	0	0	0	0	0	0
18	Tahuna	0	0	0	0	0	0	0
19	Kendari	0	0	0	0	1	0	0
20	Saumlaki	0	0	0	0	0	0	0
21	Tual	0	0	0	0	0	0	0
22	Biak	0	0	0	0	0	0	0
23	Ternate	0	0	0	0	0	1	0
24	Morotai	0	0	0	0	0	0	0
25	Timika	0	0	0	0	0	0	1
26	Aru	0	0	0	0	0	0	1

Sektor Operasi Rutin Kamla

Trouble Spot Area 1

OPERASI TROUBLE SPOT 2								
No	Pangkalan AL	KEPUTUSAN PEMILIHAN PANGKALAN						
		SEKTOR OPERASI						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	Cilacap	0	0	0	0	0	0	0
2	Tegal	0	0	0	0	0	0	0
3	Semarang	0	0	0	0	0	0	0
4	Banyuwangi	0	0	0	0	0	0	0
5	Benoa	0	0	0	0	0	0	0
6	Sangatta	0	1	0	0	0	0	0
7	Nunukan	0	0	0	0	0	0	0
8	Balikpapan	0	0	0	0	0	0	0
9	Kotabaru	0	0	0	0	0	0	0
10	Banjarmasin	0	0	0	0	0	0	0
11	Mataram	0	0	0	0	0	0	0
12	Maumere	0	0	0	0	0	0	0
13	Rote	0	0	0	0	0	0	0
14	Palu	0	0	0	1	0	0	0
15	Melonguene	0	0	0	0	0	0	0
16	Toli-toli	0	0	0	0	0	0	0
17	Gorontalo	0	0	0	0	0	0	0
18	Tahuna	0	0	0	0	0	0	0
19	Kendari	0	0	0	0	0	0	0
20	Saumlaki	0	0	0	0	0	0	0
21	Tual	0	0	0	0	0	0	0
22	Biak	0	0	0	0	0	0	0
23	Ternate	0	0	0	0	0	0	0
24	Morotai	0	0	0	0	0	0	0
25	Timika	0	0	0	0	0	0	1
26	Aru	0	0	0	0	0	0	0

Trouble Spot Area 2

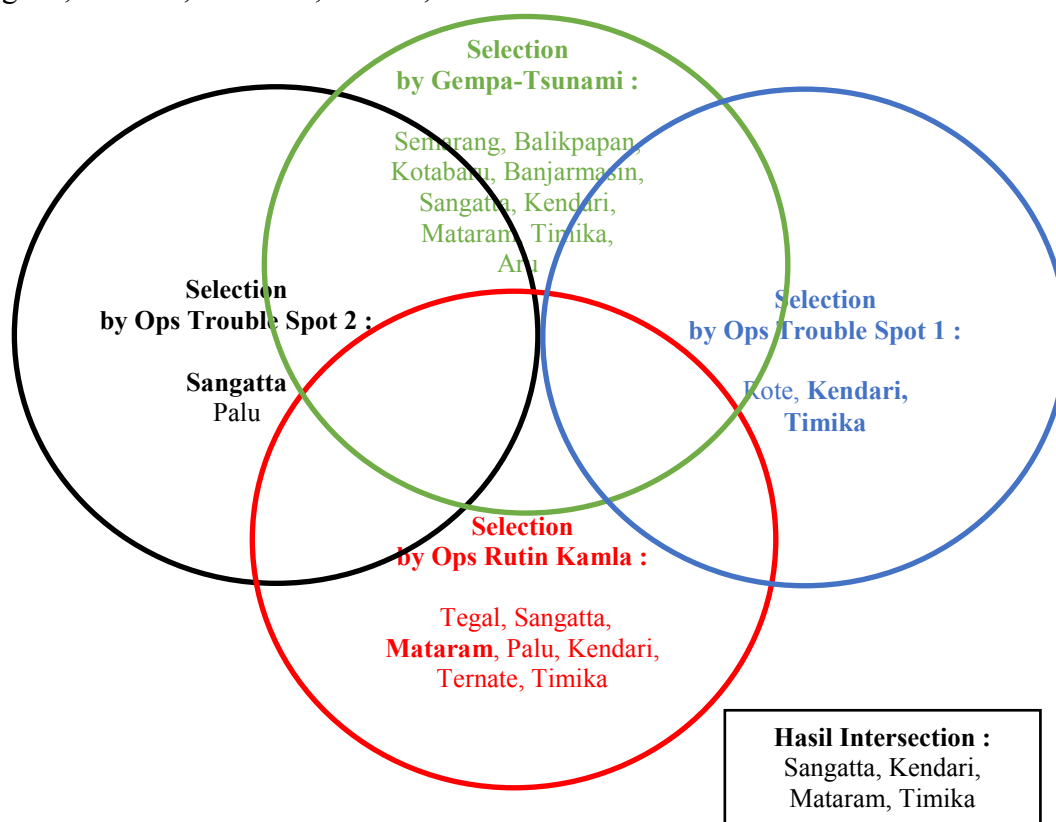
Hasil simulasi program diharapkan sudah memilih pangkalan TNI AL yang optimal bagi Satuan Tugas KRI dari segi jangkauan pangkalan ke sektor operasi, capaian waktu *deployment* dan *coverage area*, artinya dengan posisi strategis pangkalan program akan memilih pangkalan yang optimal untuk penempatan Satuan Gugus Tugas KRI sesuai konsep dasar *MEF* dan *World Class Navy*. Hasil optimasi dengan *covering technique naval base* pada tabel 4.8. menunjukkan bahwa :

Skenario 1 (ops. rutin kamla) ; pangkalan yang terpilih sebagai jaringan untuk mengcover sektor I sd. VII adalah Tegal, Sangatta, Mataram, Palu, Kendari, Ternate, dan Timika

Skenario 2 (ops. *Trouble spot area 1*, Perairan Papua-Australia) ; pangkalan yang terpilih sebagai jaringan untuk mengcover adalah : Rote, Kendari, Timika

Skenario 3 (ops. *Trouble spot area 1*, Perairan LCS dan Ambalat) ; pangkalan yang terpilih sebagai jaringan adalah untuk mengcover : Sangatta, Palu

Merujuk pada analisa data Pangkalan Angkatan Laut sebelumnya, yang berada pada lokasi zona aman gempa didapatkan 11 lokasi *existing* Pangkalan Angkatan Laut, yang meliputi: Semarang, Banyuwangi, Benoa, Balikpapan, Kotabaru, Banjarmasin, Sangatta, Kendari, Mataram, Timika, Aru.



Gambar 4.9. *Intersection* Pemilihan Pangkalan AL

Gambar 4.9. Hasil irisan identifikasi variabel dan data yang meliputi Zona Lokasi Gempa & Tsunami, serta Covering sektor operasi Pangkalan Angkatan Laut, maka didapatkan 4 (empat) alternatif lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang *feasible* untuk dikembangkan menjadi Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan, meliputi : (1) Sangatta, (2) Kendari, (3) Mataram dan (4) Timika.

Untuk selanjutnya 4 (empat) alternatif lokasi Pangkalan Angkatan Laut tersebut akan dilaksanakan analisa dan identifikasi dari aspek politik, teknis dan ekonomi dengan pengolahan data dan pembangunan model *Fuzzy MCDM* dan *System Dynamic*.

4.4. Sub-Model *Fuzzy MCDM* - Naval Base

4.4.1 Identifikasi Data Variabel Aspek Politik, Teknis dan Ekonomi

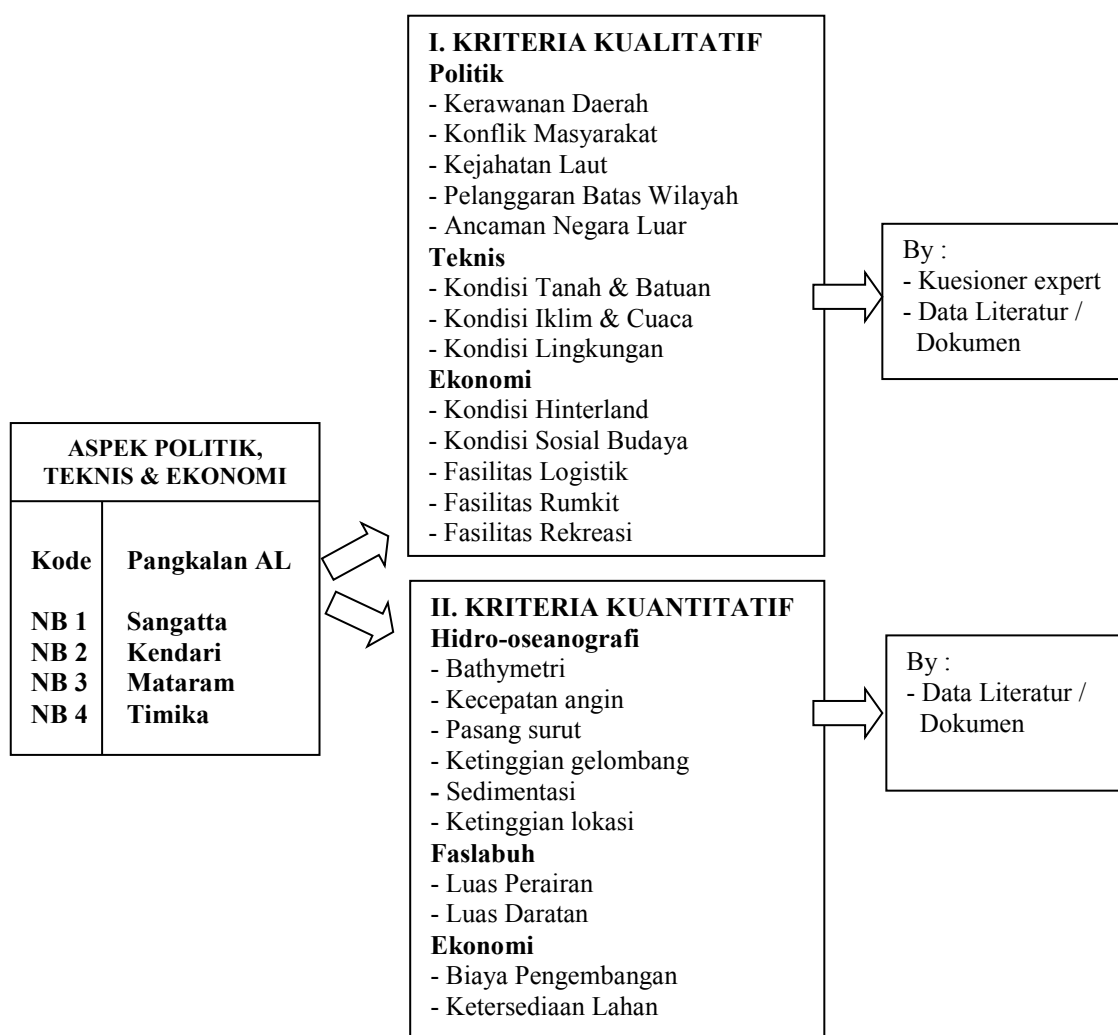
Tahap selanjutnya adalah identifikasi dan pengambilan data variabel dari aspek Politik, Teknis dan Ekonomi dari 4 (empat) alternatif lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang telah lolos dalam tahap identifikasi faktor zonasi gempa dan covering sektor operasi.

Pengumpulan dan pengambilan data pada kegiatan penelitian ini dilakukan di lingkungan Komando Armada RI Kawasan Timur (Koarmatim) meliputi Pusat Komando dan Pengendalian (Puskodal), Staf Perencana (Srena) serta di 4 (empat) Pangkalan TNI AL di atas sebagai obyek penelitian. Sesuai dengan metodologi maka data-data diambil dari dokumen-dokumen yang ada di lapangan dan data wawancara serta kuisioner dengan pihak-pihak yang *expert* di bidang pengembangan Pangkalan Angkatan Laut.

Data-data ini mencakup data tentang faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan kriteria daerah lokasi pengembangan Pangkalan Angkatan Laut. Data-data tersebut meliputi : data sektor operasi, data KRI (Kapal Republik Indonesia), data teknis pangkalan, data hidro-oseanografi, data geografi dan geologi, data kerawanan daerah dan data ancaman negara luar untuk setiap alternatif lokasi Pangkalan TNI AL. Upaya dalam pengumpulan data ditujukan untuk mendapatkan data yang valid sehingga dapat digunakan sesuai dengan tujuan penelitian.

Pada tahap ini data-data pangkalan baik dari aspek politik, teknis dan ekonomi secara garis besar dibedakan menjadi 2, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif adalah data yang berbentuk *linguistic* yang belum terukur secara kuantitatif sedangkan data kuantitatif adalah data yang sudah terukur atau berbentuk angka. Pengelompokan data ini perlu dilakukan karena kedua jenis data tersebut memerlukan pengolahan data yang berbeda, terutama data kualitatif harus diolah dengan algoritma tertentu untuk mendapatkan konversi dari data kualitatif menjadi data kuantitatif.

Aspek-aspek kriteria dan pengambilan data yang meliputi data kualitatif dan kuantitatif ditunjukkan seperti pada Gambar 4.10 berikut ini :



Gambar 4.10. Skema Pengambilan Data & Kriteria Pangkalan Angkatan Laut

Gambar 4.10. Skema Pengumpulan data & Kriteria, berdasarkan cara pengumpulannya terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengumpulan data melalui pengisian kuesioner dan wawancara dengan koresponden yang merupakan *expert* di bidang pengembangan Pangkalan Angkatan Laut. Sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil studi literatur atau buku referensi serta dokumen-dokumen yang ada didapatkan saat pengambilan data di Puskodal Koarmatim, Staf Perencana Mabesal dan data-data di Lantamal, seperti data: peta bathymetri, ketinggian lokasi, kecepatan angin, pasang surut, biaya pengembangan dan sebagainya.

Pengambilan data primer berupa kuesioner dilakukan untuk data-data kriteria Pangkalan Angkatan Laut yang bersifat kualitatif yang memiliki nilai preferensi dari para *Expert Judgement*. Para *expert* sebagai responden dalam kuesioner penelitian ini ditetapkan meliputi:

E1 : Staf Ahli Panglima Komando Armada Timur

E2 : Staf Ahli Dinas Fasilitas Pangkalan TNI AL

E3 : Staf Ahli Komandan Lantamal

E4 : Asisten Perencana

E5 : Asisten Operasi

E6 : Asisten Logistik

E7 : Staf Ahli Kementrian Pertahanan

E8 : Staf Ahli Bakorsurtanal

E9 : Staf Ahli Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL

E10 : Staf Ahli Dinas Potensi Maritim TNI AL

(Nama-nama staf ahli / *expert* ada di lampiran Disertasi ini)

Kuesioner dalam penelitian disertasi ini terdiri dari dua bagian, yaitu meliputi:

- a. Kuesioner bagian I bertujuan untuk mencari tingkat kepentingan / bobot dari setiap Kriteria Pangkalan Angkatan Laut baik kriteria kualitatif maupun kuantitatif dari aspek politik, teknis dan ekonomi
- b. Kuesioner bagian II bertujuan untuk mencari nilai preferensi dari setiap alternatif lokasi Pangkalan Angkatan Laut berdasarkan kriteria penilaian secara kualitatif.

Adapun skala kuesioner dibagi menjadi dua yaitu skala linguistik dan skala numerik. Contoh skala linguistik adalah "sangat rendah", "rendah", "sedang", "tinggi", dan "sangat tinggi", sedangkan untuk skala numerik diambil interval nilai 1 - 10.

Format kuesioner dalam penelitian Disertasi ini dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10 berikut ini :

Tabel 4.9. Kuesioner Bagian I

Aspek / Kriteria	Sangat Rendah		Rendah		Sedang		Tinggi		Sangat Tinggi	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tabel 4.10. Kuesioner Bagian II

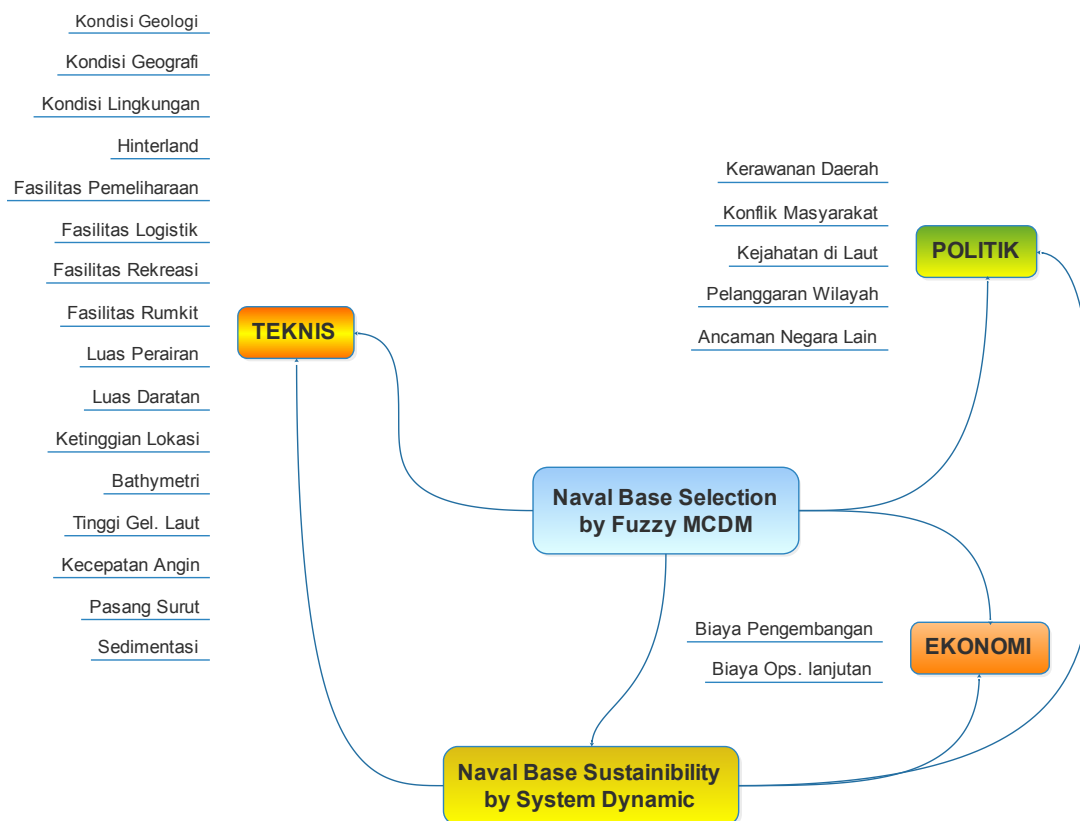
Aspek / Kriteria	Alternatif	Sangat Rendah		Rendah		Sedang		Tinggi		Sangat Tinggi	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Setelah diperoleh pengambilan data lapangan, dokumen dan referensi serta dari wawancara dan kuisisioner pihak *expert*, maka langkah selanjutnya dalam proses ini adalah melakukan rekapitulasi data dan melakukan pengolahan data.

(Untuk lebih jelasnya hasil pengambilan data dari kuesioner dan pengambilan data dari literatur serta dokumen lainnya dapat dilihat pada Lampiran Disertasi ini)

4.4.2. Developing Model Fuzzy MCDM – System Dynamic

Pada tahap ini dilakukan integrasi algoritma **Fuzzy MCDM** (Liang & Wang 1994) dengan metode **System Dynamic** (J.W.Forrester 1994) yang diterapkan dalam penentuan lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang berkelanjutan. Pada proses ini unsur Sustainability sebagai suatu sistem dimasukkan pada algoritma seleksi Fuzzy MCDM, yang selama ini belum dilakukan. Integrasi kedua metode ini diterapkan pada penilaian kriteria-kriteria aspek politik, teknis dan ekonomi dalam sebuah pemilihan Pangkalan Angkatan Laut sebagai suatu dinamika sistem.

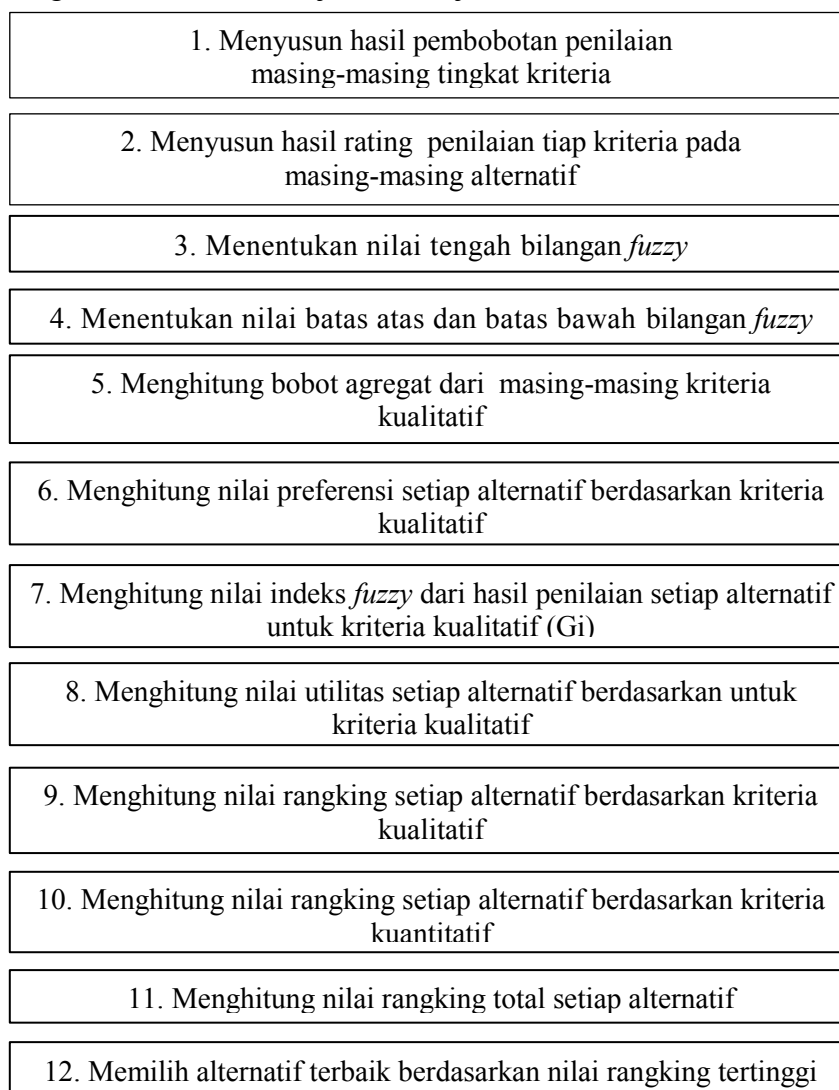


Gambar 4.11. Diagram Model Integrasi *Fuzzy MCDM* dan *System Dynamic*

Pada gambar 4.11. Diagram model integrasi, dapat dijelaskan bahwa unsur Sustainability Pangkalan Angkatan Laut sebagai suatu **dinamika sistem** dimasukkan pada algoritma seleksi metode *Fuzzy MCDM* sebagai suatu **kriteria** dalam pemilihan Pangkalan Angkatan Laut selain kriteria **politik**, **teknis** dan **ekonomi**. Untuk selanjutnya nilai kriteria Sustainability tersebut didapat dengan melakukan *looping* penilaian terhadap data-data aspek kriteria politik, teknis dan ekonomi sebagai suatu sistem dengan metode *System Dynamic*.

Langkah awal dari integrasi ini adalah menyusun model *Fuzzy MCDM* pemilihan Pangkalan Angkatan Laut kemudian mengembangkan dan mengintegrasikannya dengan metode *System Dynamic* untuk kriteria Sustainability.

Algoritma seleksi metode *fuzzy MCDM*, dikembangkan oleh Liang dan Wang, 1994 sebagai pengembangan dari algoritma *fuzzy* yang diperkenalkan oleh Zadeh 1965 dengan menggabungkannya pada metode *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) sebagai suatu metode pengambilan keputusan berbasis metode analitik yang melibatkan ketidakpastian, subyektifitas dari aspek multi kriteria dan keputusan. Pengembangan dilakukan dengan memasukkan unsur Sustainability pangkalan (sebagai suatu dinamika sistem) menjadi salah satu kriteria selain kriteria Politik, Teknis dan ekonomi. Tahapan developing model *fuzzy MCDM* dalam pemilihan Pangkalan Angkatan Laut berkelanjutan ditunjukkan sesuai Gambar 4.12. berikut:



Gambar 4.12. Diagram Urutan Developing Model *Fuzzy MCDM*

Dari hasil pengambilan dan pengumpulan data baik data primer dan data sekunder tentang kriteria-kriteria pemilihan Pangkalan Angkatan Laut maka selanjutnya data diolah dalam bentuk model *Fuzzy MCDM*. Untuk lebih detailnya sistematika proses pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Menabelkan hasil pembobotan penilaian tingkat kriteria untuk mendapatkan nilai bobot agregasinya dari para *Expert Judgement* (E1-E10) dari aspek politik, teknis dan ekonomi, sesuai Tabel 4.11.

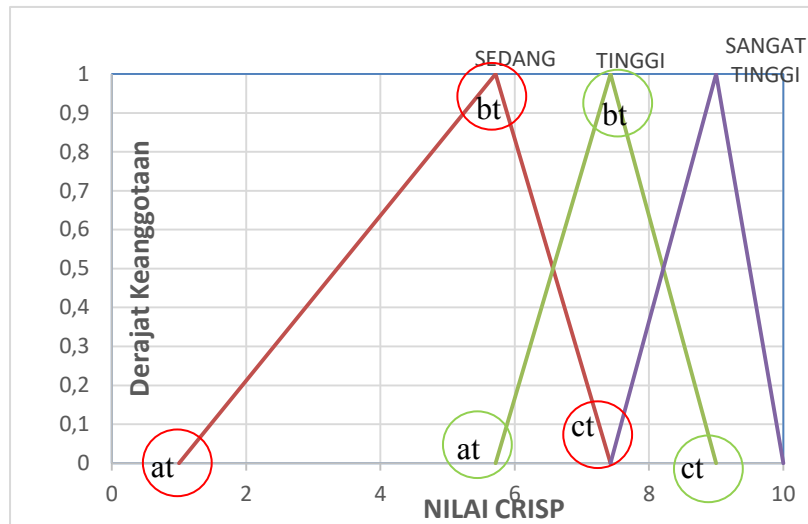
Tabel 4.11. Rekapitulasi Penilaian Kepentingan Tiap Kriteria Kualitatif

NO	KRITERIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
A	ASPEK POLITIK										
1	KERAWANAN DAERAH	8	9	9	8	8	9	9	8	8	9
2	KONFLIK MASYARAKAT	6	5	7	8	5	8	7	8	5	8
3	KEJAHATAN LAUT	7	8	7	9	7	8	7	9	7	8
4	PELANGGARAN WILAYAH	7	6	5	7	8	7	5	7	8	7
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	6	7	8	6	8	8	8	6	8	8
B	ASPEK TEKNIS										
6	KONDISI GEOLOGI	5	6	8	6	5	7	8	6	5	7
7	KONDISI GEOGRAFI	8	6	6	7	6	8	6	7	6	8
8	KONDISI LINGKUNGAN	6	7	8	5	5	7	8	5	5	7
9	KONDISI HINTERLAND	9	9	9	10	9	8	9	8	9	8
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	9	10	9	9	10	8	9	9	10	9
11	FASILITAS LOGISTIK	5	6	5	7	6	5	5	7	6	5
12	FASILITAS REKREASI	7	8	6	7	8	5	6	7	8	5
13	FASILITAS RUMKIT	8	6	8	8	5	8	8	8	5	8
14	LUAS PERAIRAN	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8
15	LUAS DARATAN	7	7	8	7	8	7	8	7	8	7
16	KETINGGIAN LOKASI	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8
17	BATHYMETRI	8	7	7	8	7	7	7	8	7	7
18	TINGGI GELOMB LAUT	7	8	7	7	8	7	7	7	8	7
19	KECEPATAN ANGIN	6	7	7	6	6	7	7	6	6	7
20	PASANG SURUT	8	8	8	7	7	8	8	7	7	8
21	LAJU SEDIMENTASI	6	7	7	7	8	7	7	7	8	7
C	ASPEK EKONOMI										
22	BIAYA PENGEMBANGAN	7	7	8	7	8	8	8	7	8	8
23	BIAYA OPS LANJUTAN	8	7	8	8	7	7	8	8	7	7
D	SUSTAINIBILITAS	9	10	9	9	10	10	9	9	10	10

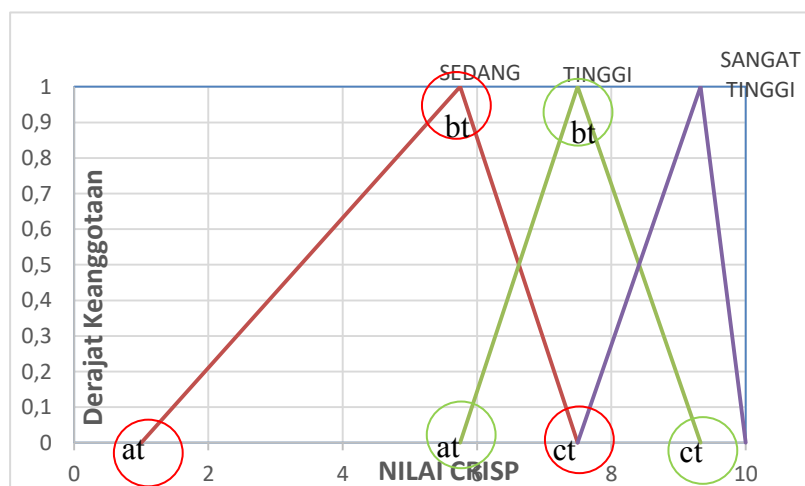
2. Menabelkan hasil rating penilaian atau preferensi untuk masing-masing Alternatif Pangkalan Angkatan Laut (Naval Base: NB) untuk masing kriteria-kriteria berdasarkan penilaian para *Expert Judgement* (E1-E10) dan pengambilan data dokumen, sesuai Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Rekapitulasi Penilaian Kepentingan Tiap Kriteria Kualitatif pada tiap Alternatif Lokasi Naval Base (NB)

REKAPITULASI PENILAIAN RATING TIAP KRITERIA TIAP ALTERNATIF NAVAL BASE												
NO	KRITERIA	NAVAL BASE (NB)	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10
1	KERAWANAN DAERAH	NB1	8	7	9	8	8	7	9	8	8	7
		NB2	8	8	8	8	9	7	8	8	9	7
		NB3	7	5	7	7	7	6	7	7	7	6
		NB4	9	9	8	9	9	8	8	9	9	8
2	KONFLIK MASYARAKAT	NB1	6	5	7	8	5	8	7	8	5	8
		NB2	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7
		NB3	8	7	9	8	8	8	9	8	8	8
		NB4	7	6	7	7	6	6	7	7	6	6
3	KEJAHATAN LAUT	NB1	6	5	6	6	7	6	6	6	7	6
		NB2	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7
		NB3	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9
		NB4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	PELANGGARAN WILAYAH	NB1	7	6	6	7	8	7	6	7	8	7
		NB2	8	7	8	9	7	9	8	9	7	9
		NB3	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7
		NB4	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	NB1	6	7	7	6	8	7	7	6	8	7
		NB2	8	7	8	6	8	9	8	6	8	9
		NB3	9	8	7	9	8	7	7	9	8	7
		NB4	8	8	6	7	6	9	6	7	6	9
6	KONDISI GEOLOGI	NB1	7	6	8	6	5	7	8	6	5	7
		NB2	7	8	6	8	7	9	6	8	7	9
		NB3	8	8	8	8	8	9	8	8	8	9
		NB4	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
7	KONDISI GEOGRAFI	NB1	6	6	5	7	6	8	5	7	6	8
		NB2	7	7	6	8	9	7	6	8	9	7
		NB3	8	9	8	9	8	8	8	9	8	8
		NB4	7	6	7	5	8	8	7	5	8	8
8	KONDISI LINGKUNGAN	NB1	6	7	8	9	5	7	8	9	5	7
		NB2	7	7	7	7	6	6	7	7	6	6
		NB3	8	7	8	7	8	8	8	7	8	8
		NB4	6	7	6	8	5	9	6	8	5	9
9	KONDISI HINTERLAND	NB1	7	8	7	7	8	9	7	7	8	9
		NB2	5	7	5	8	6	7	5	8	6	7
		NB3	7	8	7	8	9	9	7	8	9	9
		NB4	7	7	8	7	5	8	8	7	5	8
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	NB1	6	8	8	7	8	8	8	7	8	8
		NB2	8	9	7	8	8	9	7	8	8	9
		NB3	9	9	10	10	9	9	10	10	9	9
		NB4	8	8	7	8	9	8	7	8	9	8
11	FASILITAS LOGISTIK	NB1	8	6	5	7	6	7	5	7	6	7
		NB2	8	7	8	6	8	7	8	6	8	7
		NB3	8	7	8	8	7	6	8	8	7	6
		NB4	9	9	8	9	9	8	8	9	9	8
12	FASILITAS REKREASI	NB1	7	8	6	7	8	5	6	7	8	5
		NB2	8	7	8	8	7	6	8	8	7	6
		NB3	7	8	6	7	8	5	6	7	8	5
		NB4	8	7	8	8	7	6	8	8	7	6
13	FASILITAS RUMKIT	NB1	7	6	8	8	5	8	8	8	5	8
		NB2	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
		NB3	8	8	8	8	8	9	8	8	8	9
		NB4	8	8	8	9	9	8	8	9	9	8
14	SUSTAINIBILITAS	NB1	Nilai sustainabilitas dari model System Dynamic									
		NB2	Nilai sustainabilitas dari model System Dynamic									
		NB3	Nilai sustainabilitas dari model System Dynamic									
		NB4	Nilai sustainabilitas dari model System Dynamic									

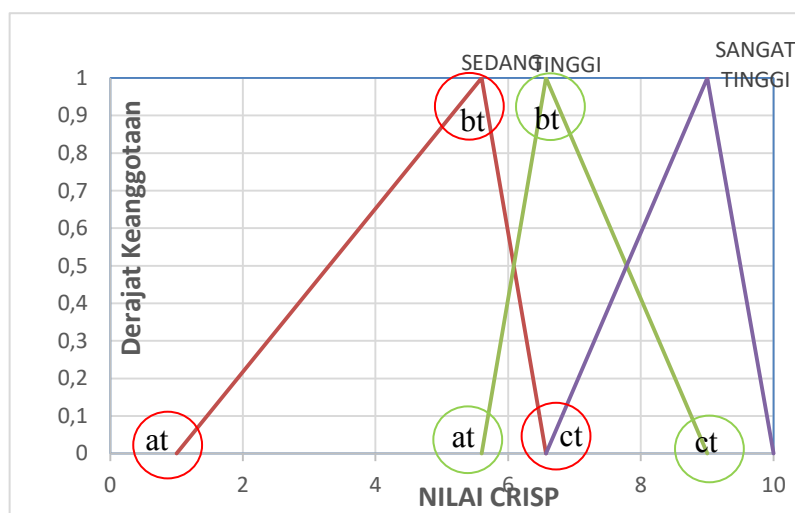
Gambar 4.12. Grafik TFN untuk *Expert 1*

Pada Gambar 4.12. Grafik *Triangular Fuzzy Number Expert 1*. Untuk kategori *linguistic* “Sedang” batas bawah $at=1$, batas atas $ct=7.43$ derajat keanggotaan 0, batas tengah bt mempunyai nilai crisp = 5.71 derajat keanggotaan 1. Untuk kategori *linguistic* “Tinggi” nilai $at = 5.71 = bt$ pada kategori “Sedang”, selanjutnya nilai bt pada kategori tinggi = 7.4 = ct pada kategori “Sedang”. Secara lebih khusus dapat diterangkan disini bahwa Grafik *Triangular Fuzzy Number* berfungsi untuk menghilangkan logika *Fuzzy* / samar dari seluruh pemikiran *Expert 1* terhadap penilaian *linguistic* (kualitatif) menjadi penilaian angka (kuantitatif) dengan model derajat keanggotaan.

Gambar 4.13. Grafik TFN untuk *Expert 2*

Pada Gambar 4.13. Grafik *Triangular Fuzzy Number Expert 2*. Untuk kategori *linguistic* “Sedang” batas bawah $at=1$, batas atas $ct=7.50$ derajat keanggotaan 0, batas tengah bt mempunyai nilai crisp = 5.75 dengan derajat keanggotaan 1. Untuk kategori

linguistic “Tinggi” nilai $at = 5.75 = bt$ pada kategori “Sedang”, selanjutnya nilai bt pada kategori tinggi = $7.50 = ct$ pada kategori “Sedang”. Secara lebih detail untuk *Expert 2* memberikan penilaian yang sedikit berbeda dengan *Expert 1* tentang kategori *linguistic* “Sedang”, “Tinggi” dan “Sangat Tinggi”. Disini fungsi logika *Fuzzy* sangat berperan dalam pengolahan data untuk menghilangkan kesamaran pemikiran dari para *Expert*.



Gambar 4.14. Grafik TFN untuk *Expert 3*

Pada Gambar 4.14. Grafik *Triangular Fuzzy Number Expert 3*. Untuk kategori *linguistic* “Sedang” batas bawah $at=1$, batas atas $ct=6.57$ derajat keanggotaan 0, batas tengah bt mempunyai nilai crisp = 5.60 dengan derajat keanggotaan 1. Untuk kategori *linguistic* “Tinggi” nilai $at = 5.60 = bt$ pada kategori “Sedang”, selanjutnya nilai bt pada kategori tinggi = $6.57 = ct$ pada kategori “Sedang”. Secara lebih detail untuk *Expert 3* juga memberikan penilaian yang berbeda dengan *Expert 1* dan *2* tentang kategori *linguistic* “Sedang”, “Tinggi” dan “Sangat Tinggi”, karena ada perbedaan yang samar dari area pemikiran para *Expert*. Hal ini berlaku juga kepada semua *Expert 1* sd. *Expert 10*.

Grafik TFN, *Triangular Fuzzy Number* juga dapat digunakan untuk menganalisa seberapa jauh preferensi para *Expert* terhadap nilai-nilai *linguistic* “Sangat rendah”, “Rendah”, “Sedang”, “Tinggi” dan “Sangat Tinggi” dengan menghitung luasan segitiga yang dibentuk dari nilai batas bawah (at), batas tengah (bt) dan batas atas (ct). Luasan segitiga TFN *Triangular Fuzzy Number* tersebut merupakan definisi luasan preferensi atau pemikiran setiap *Expert* terhadap nilai *linguistic* yang dimaksud.

3. Menentukan nilai tengah bilangan *fuzzy*, dengan cara menjumlahkan nilai yang muncul di setiap level skala linguistik dan kemudian membagi hasil penjumlahan tersebut dengan jumlah kriteria yang nilainya masuk ke dalam level penilaian linguistik tersebut. Adapun notasi matematikanya adalah sebagai berikut:

$$a_t = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_j T_{ij}}{\sum_{i=1}^k n_{ij}} \quad \dots\dots (4.7)$$

a_t = nilai tengah bilangan *fuzzy* untuk level

T = level penilaian sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

n = jumlah faktor skala dari skala linguistik T untuk alternatif ke-1 dari faktor ke-i

T_{ij} = nilai numerik dari skala linguistik T untuk alternatif ke-1 dari faktor ke-j.

4. Menentukan nilai batas bawah dan nilai batas atas bilangan *fuzzy*, dimana nilai batas bawah ($c_t = b(i - 1)$) sama dengan nilai tengah level di bawahnya, sedangkan untuk nilai batas atas ($b_t = b(i - 1)$) adalah sama dengan nilai tengah level di atasnya.

5. Menentukan bobot agregat dari masing-masing kriteria, karena dalam penelitian ini digunakan bentuk penilaian linguistik yang telah mempunyai definisi bilangan *fuzzy triangular*, maka proses agregasi yang dilakukan adalah dengan mencari nilai agregat dari masing-masing nilai batas bawah (c), nilai tengah (a) dan nilai batas atas (b), yang dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$c_t = \frac{\sum_{j=1}^n c_{tj}}{n} \quad a_t = \frac{\sum_{j=1}^n a_{tj}}{n} \quad b_t = \frac{\sum_{j=1}^n b_{tj}}{n} \quad \dots\dots\dots (4.8)$$

dengan:

c_{tj} = nilai batas bwh kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j

a_{tj} = nilai tengah kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j

b_{tj} = nilai batas atas kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j

n = jumlah penilai (pembuat keputusan)

Nilai agregatnya adalah $N_t = (c_j, a_j, b_j)$

N_t = nilai bobot agregasi untuk kriteria kualitatif ke-t

Hasil perhitungan formulasi pada Rumus 4.7 dan Rumus 4.8 disusun dalam Tabel 4.13 dan Tabel 4.14.

Tabel 4.13. Nilai ct, at, bt setiap *Expert Judgement* (E1–E10)

NO	LEVEL LINGUISTIK	E1			E2			E3			E4			E5		
		ct	at	bt	ct	at	bt	ct	at	bt	ct	at	bt	ct	at	bt
1	SANGAT RENDAH															
2	RENDAH															
3	SEDANG	1	5,7143	7,429	1	5,75	7,5	1	5,6	6,57	1	5,6	7,42	1	5,33	7,57
4	TINGGI	5,714	7,4286	9	5,75	7,5	9,33	5,6	6,57	9	5,6	7,42	9,33	5,33	7,57	9,5
5	SANGAT TINGGI	7,429	9	10	7,5	9,33	10	6,57	9	10	7,42	9,33	10	7,57	9,5	10

NO	LEVEL LINGUISTIK	E6			E7			E8			E9			E10		
		ct	at	bt	ct	at	bt	ct	at	bt	ct	at	bt	ct	at	bt
1	SANGAT RENDAH															
2	RENDAH															
3	SEDANG	1	5,33	7,55	1	5,6	6,57	1	5,6	7,42	1	5,33	7,57	1	5,33	7,55
4	TINGGI	5,33	7,55	9,66	5,6	6,57	9	5,6	7,42	9,33	5,33	7,57	9,5	5,33	7,55	9,66
5	SANGAT TINGGI	7,55	9,66	10	6,57	9	10	7,42	9,33	10	7,57	9,5	10	7,55	9,66	10

Tabel 4.14. Bobot Agregat Kriteria Kualitatif dan Kuantitatif

BOBOT AGREGAT KRITERIA KUALITATIF				
NO	KRITERIA ASPEK NAVAL BASE	RATA-RATA BOBOT		
		ct	at	bt
1	KERAWANAN DAERAH	6,60	8,40	9,64
2	KONFLIK MASYARAKAT	3,26	6,39	8,41
3	KEJAHATAN LAUT	5,86	8,16	9,42
4	PELANGGARAN WILAYAH	4,00	6,89	8,59
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	4,00	6,75	8,72
6	KONDISI TANAH BATUAN	2,49	6,09	8,10
7	KONDISI IKLIM & CUACA	3,27	6,51	8,27
8	KONDISI LINGKUNGAN	3,28	6,38	8,40
9	KONDISI HINTERLAND	7,34	9,30	10,00
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	7,34	9,30	10,00
11	FASILITAS LOGISTIK	1,77	5,86	7,66
12	FASILITAS REKREASI	4,07	6,81	8,55
13	FASILITAS RUMKIT	4,04	6,67	8,68
14	SUSTAINIBILITAS	7,34	9,30	10,00

BOBOT AGREGAT KRITERIA KUANTITATIF				
NO	KRITERIA ASPEK NAVAL BASE	RATA-RATA BOBOT		
		ct	at	bt
1	LUAS PERAIRAN	5,80	7,56	9,00
2	LUAS DARATAN	3,50	6,44	8,42
3	KETINGGIAN LOKASI	5,80	5,80	7,56
4	BATHYMETRI	6,92	8,14	9,50
5	TINGGI GELOMB LAUT	5,80	7,56	9,00
6	KECEPATAN ANGIN	1,00	5,80	7,56
7	PASANG SURUT	6,44	8,42	9,50
8	LAJU SEDIMENTASI	3,50	6,44	8,42
9	BIAYA PENGEMBANGAN	3,50	6,44	8,42
10	BIAYA OPS LANJUTAN	5,80	7,56	9,00

6. Menghitung nilai preferensi setiap alternatif berdasarkan kriteria kualitatif. Dalam perhitungan bobot agregat masing-masing alternatif untuk tiap kriteria dapat dicari nilai *fuzzy* agregatnya dengan formulasi dan hasil perhitungan pada Tabel 4.15.

$$q_t = \frac{\sum_{j=1}^n q_{tj}}{n} \quad o_t = \frac{\sum_{j=1}^n o_{tj}}{n} \quad p_t = \frac{\sum_{j=1}^n p_{tj}}{n} \quad \dots\dots\dots (4.9)$$

q_{ij} = nilai batas bawah alternatif untuk kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat ke-j.

o_{ij} = nilai tengah alternatif untuk kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j.

p_{ij} = nilai batas atas alternatif untuk kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat ke-j.

n = jumlah penilai (pembuat keputusan).

Nilai agregatnya adalah $M_{itj} = (q_{it}, o_{it}, p_{it})$

M_{itj} = bobot agregasi untuk alternatif ke-i untuk kriteria kualitatif ke-t.

Tabel 4.15. Agregat q_{it} , o_{it} , p_{it} Preferensi Tiap Alternatif Naval Base

NILAI AGREGAT PREFERENSI NAVAL BASE											
NO	KRITERIA ASPEK	NAV	RATA RATA			NO	KRITERIA ASPEK	NAV	RATA RATA		
		BASE	q _{it}	o _{it}	p _{it}			BASE	q _{it}	o _{it}	p _{it}
1	KERAWANAN DAERAH	NB1	5,993	7,812	9,21	8	KONDISI LINGKUNGAN	NB1	5,44	7,17	8,74
		NB2	6,032	7,765	9,238			NB2	5,14	6,89	8,60
		NB3	4,62	6,95	8,55			NB3	5,69	7,54	9,07
		NB4	6,93	8,55	9,695			NB4	5,17	6,85	8,48
2	KONFLIK MASYARAKAT	NB1	4,368	6,623	8,315	9	KONDISI HINTERLAND	NB1	5,99	7,78	9,24
		NB2	4,868	6,603	8,315			NB2	4,87	6,60	8,32
		NB3	5,993	7,812	9,21			NB3	6,33	8,01	9,41
		NB4	5,16	6,94	7,142			NB4	5,43	7,19	8,84
3	KEJAHATAN LAUT	NB1	3,76	6,072	7,765	10	FASILITAS PEMELIHARAAN	NB1	5,41	7,25	8,82
		NB2	4,068	6,333	8,057			NB2	6,29	8,06	9,38
		NB3	7,535	9,072	10			NB3	7,54	9,07	10,00
		NB4	3,5	5,728	7,535			NB4	6,03	7,77	9,24
4	PELANGGARAN WILAYAH	NB1	4,628	6,945	8,518	11	FASILITAS LOGISTIK	NB1	4,37	6,60	8,29
		NB2	6,278	8,038	9,39			NB2	5,39	7,25	8,81
		NB3	5,688	7,535	9,072			NB3	5,40	7,24	8,83
		NB4	5,688	7,535	9,072			NB4	6,93	8,55	9,70
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	NB1	5,108	6,962	8,563	12	FASILITAS REKREASI	NB1	5,12	6,93	8,55
		NB2	5,688	7,49	8,98			NB2	5,40	7,24	8,83
		NB3	6,282	8,043	9,39			NB3	5,12	6,93	8,55
		NB4	5,448	7,132	8,732			NB4	5,40	7,24	8,83
6	KONDISI TANAH BATUAN	NB1	4,348	6,617	8,307	13	FASILITAS RUMKIT	NB1	4,65	6,91	8,57
		NB2	5,708	7,475	8,962			NB2	4,32	6,66	8,29
		NB3	5,988	7,78	9,238			NB3	5,99	7,78	9,24
		NB4	4,32	6,66	8,292			NB4	6,32	8,02	9,39
7	KONDISI IKLIM & CUACA	NB1	4,088	6,318	8,038	14	SUSTAINIBILITAS	NB1	Nilai Sustain System Dynamic		
		NB2	5,752	7,46	8,962			NB2	Nilai Sustain System Dynamic		
		NB3	6,283	8,07	9,362			NB3	Nilai Sustain System Dynamic		
		NB4	4,608	6,96	8,537			NB4	Nilai Sustain System Dynamic		

7. Menghitung nilai indeks *fuzzy* dari hasil penilaian setiap alternatif untuk kriteria kualitatif yang dinotasikan dengan G_i . Terlebih dahulu didapatkan nilai M_{it} dan N_t , untuk mendapatkan nilai index kecocokan *fuzzy* G_i untuk tiap-tiap kriteria subyektif. Di sini G_i bukan merupakan bilangan *fuzzy triangular*, melainkan bilangan *fuzzy*:

$$G_i = (Y_i, Q_i, Z_i, H_{i1}, T_{i1}, H_{i2}, U_{i1}), i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots (4.10)$$

Nilai indeks *fuzzy* tersebut didapatkan dengan cara mengoperasikan setiap elemen bilangan *fuzzy triangular* dari hasil nomor 2 dan 4 dengan notasi sebagai berikut:

$$T_{i1} = \frac{\sum_{t=1}^k (o_{it} - q_{it})(a_t - c_t)}{k} \quad \dots\dots (4.11)$$

$$T_{i2} = \frac{\sum_{t=1}^k [q_{it}(a_t - c_t) + c_t(o_{it} - q_{it})]}{k} \quad \dots\dots (4.12)$$

$$U_{i1} = \frac{\sum_{t=1}^k (p_{it} - o_{it})(b_t - a_t)}{k} \quad \dots\dots (4.13)$$

$$U_{i2} = \frac{\sum_{t=1}^k [b_t(o_{it} - p_{it}) + p_{it}(a_t - b_t)]}{k} \quad \dots\dots (4.14)$$

$$H_{i1} = \frac{T_{i2}}{2T_{i1}} \quad \dots\dots (4.15)$$

$$H_{i2} = -\frac{U_{i2}}{2U_{i1}} \quad \dots\dots (4.16)$$

$$Y_i = \frac{\sum_{t=1}^k q_{it}c_t}{k} \quad \dots\dots (4.17)$$

$$Q_i = \frac{\sum_{t=1}^k o_{it}a_t}{k} \quad \dots\dots (4.18)$$

$$Z_i = \frac{\sum_{t=1}^k p_{it}b_t}{k} \quad \dots\dots (4.19)$$

Hasil perhitungan formulasi pada Rumus 4.10 sampai dengan Rumus 4.19 disusun dalam Tabel 4.16 dan Tabel 4.17.

Tabel 4.16. Penyusun Index Fuzzy

Yi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	39,546	14,22	22,02	18,49	20,44	10,82	13,39	17,84	43,95	39,7	7,717	20,82	18,78	0	20,55
	39,799	15,85	23,83	25,09	22,76	14,2	18,83	16,86	35,73	46,19	9,519	21,95	17,46	0	22,01
	30,484	19,51	44,14	22,73	25,14	14,9	20,57	18,66	46,47	55,31	9,54	20,82	24,2	0	25,18
	45,726	16,8	20,5	22,73	21,8	10,75	15,09	16,95	39,84	44,27	12,24	21,95	25,54	0	22,44
Qi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	50,353	42,32	49,53	47,83	47	40,27	41,15	45,7	72,38	67,46	38,67	47,18	46,1	0	45,42
	50,675	42,19	51,67	55,36	50,56	45,49	48,59	43,95	61,43	74,95	42,44	49,26	44,45	0	47,22
	38,815	49,91	74,01	51,89	54,3	47,35	52,56	48,05	74,52	84,4	42,38	47,18	51,93	0	51,23
	58,222	44,34	46,73	51,89	48,14	40,53	45,33	43,67	66,91	72,24	50,08	49,26	53,55	0	47,92
Zi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	88,769	69,97	73,11	73,2	74,7	67,25	66,49	73,46	92,38	88,22	63,47	73,07	74,32	0	69,89
	89,042	69,97	75,85	80,69	78,33	72,56	74,13	72,22	83,15	93,77	67,49	75,44	71,94	0	71,76
	82,408	77,5	94,15	77,96	81,91	74,8	77,44	76,21	94,05	100	67,6	73,07	80,16	0	75,52
	93,444	60,1	70,94	77,96	76,17	67,13	70,61	71,26	88,42	92,38	74,25	75,44	81,47	0	71,4
Ti1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	3,2786	7,067	5,318	5,357	5,095	8,16	7,223	5,353	3,518	3,62	9,136	4,964	5,949	0	5,288
	3,1254	5,438	5,211	5,208	4,953	6,355	5,533	5,426	3,407	3,462	7,595	5,032	6,164	0	4,779
	4,2012	5,699	3,535	5,092	4,843	6,445	5,787	5,72	3,296	3,017	7,506	4,964	4,719	0	4,63
	2,921	5,579	5,127	4,866	4,628	8,418	7,617	5,204	3,462	3,404	6,627	5,032	4,482	0	4,812
Ti2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	22,805	21,03	22,19	22,64	21,46	21,29	20,54	22,51	24,91	24,15	21,82	21,4	21,37	0	20,58
	22,313	20,91	22,63	25,18	22,85	24,93	24,22	21,67	22,29	25,3	25,32	22,27	20,83	0	21,48
	23,704	24,7	26,34	23,82	24,32	26	26,2	23,68	24,75	26,07	25,33	21,4	23,01	0	22,81
	23,185	21,97	21,1	23,82	21,71	21,36	22,63	21,52	23,6	24,57	31,21	22,27	23,53	0	21,61
Ui1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	1,7296	3,427	2,128	2,686	3,159	3,398	3,025	3,191	1,016	1,094	3,037	2,816	3,32	0	2,43
	1,8224	3,467	2,166	2,307	2,939	2,989	2,641	3,451	1,192	0,92	2,824	2,767	3,266	0	2,339
	1,979	2,833	1,167	2,623	2,656	2,932	2,271	3,11	0,972	0,647	2,866	2,816	2,919	0	2,128
	1,4163	0,409	2,271	2,623	3,156	3,281	2,773	3,306	1,15	1,026	2,062	2,767	2,736	0	2,07
Ui2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	-24,87	-31,08	-25,7	-28,1	-30,86	-30,39	-28,36	-30,94	-21	-21,8	-27,8	-28,71	-31,5	0	-25,8
	-25,63	-31,25	-26,4	-27,6	-30,71	-30,06	-28,18	-31,72	-22,9	-19,7	-27,9	-31,48	-30,8	0	-26
	-26	-30,42	-21,3	-28,7	-30,27	-30,38	-27,15	-31,27	-20,5	-16,3	-28,1	-22,16	-31,1	0	-24,5
	-23,03	-16,16	-26,5	-28,7	-31,18	-29,88	-28,05	-30,89	-22,7	-21,2	-26,2	0	-30,7	0	-22,5
Hi1	1	Hi2	1												
	1,9457		5,308												
	2,2472		5,561												
	2,463		5,767												
	2,245		5,437												

Tabel 4.17. Index Fuzzy

NB	INDEX FUZZY								
	Yi	Qi	Zi	Hi1	Ti1	Hi2	Ui1	Ti2	Ui2
1	20,55	45,4	69,9	1,946	5,288	5,308	2,43	20,6	-25,8
2	22,01	47,2	71,8	2,247	4,779	5,561	2,339	21,5	-26
3	25,18	51,2	75,5	2,463	4,63	5,767	2,128	22,8	-24,5
4	22,44	47,9	AVG	2,245	4,812	5,437	2,07	21,6	-22,5

8. Menghitung nilai utilitas setiap alternatif untuk kriteria kualitatif.

$$U_t(G_t) = \frac{1}{2} \left[H_{i2} - \left(H_{i2}^2 + \frac{X_R - Z_i}{U_{i1}} \right)^{\frac{1}{2}} + 1 + H_{i1} - \left(H_{i1}^2 + \frac{X_L - Y_i}{T_{i1}} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \dots (4.20)$$

$$X_R = \frac{1}{2} \left\{ 2x_1 + 2H_{i2}(x_2 - x_1) + \frac{(x_2 - x_1)^2}{U_{i1}} - (x_2 - x_1) \left[2H_{i2} + \frac{(x_2 - x_1)^2}{U_{i1}} + 4 \frac{x_1 - Z_1}{U_{i1}} \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \dots (4.21)$$

$$X_L = \frac{1}{2} \left\{ 2x_2 + 2H_{i1}(x_2 - x_1) + \frac{(x_2 - x_1)^2}{T_{i1}} - (x_2 - x_1) \left[2H_{i2} + \frac{(x_2 - x_1)^2}{T_{i1}} + 4 \frac{x_1 - Z_1}{T_{i1}} \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \dots (4.22)$$

Adapun tahap pertama yang dilakukan adalah mencari nilai defuzzifikasi kriteria dan preferensi alternatif terhadap kriteria, dimana metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode centroid. Rumus dari defuzzifikasi kriteria adalah sebagai berikut:

$$\text{Defuzzifikasi } N_{it} = \frac{\left[\int_{c_t}^{a_t} \frac{(x-c_t)}{(a_t-c_t)} x dx + \int_{a_t}^{b_t} \frac{(x-b_t)}{(a_t-b_t)} x dx \right]}{\left[\int_{c_t}^{a_t} \frac{(x-c_t)}{(a_t-c_t)} dx + \int_{a_t}^{b_t} \frac{(x-b_t)}{(a_t-b_t)} dx \right]} \dots (4.23)$$

Dimana : $t = \text{kriteria } 1,2,3,\dots,n$

Sedangkan rumus penentuan nilai defuzzifikasi untuk preferensi alternatif terhadap kriteria kualitatif adalah sebagai berikut:

$$\text{Defuzzifikasi } M_{it} = \frac{\left[\int_{q_{it}}^{o_{it}} \frac{(x-q_{it})}{(o_{it}-q_{it})} x dx + \int_{o_{it}}^{p_{it}} \frac{(x-p_{it})}{(a_t-p_{it})} x dx \right]}{\left[\int_{q_{it}}^{o_{it}} \frac{(x-q_{it})}{(o_{it}-q_{it})} dx + \int_{o_{it}}^{p_{it}} \frac{(x-p_{it})}{(a_t-p_{it})} dx \right]} \dots (4.24)$$

Dimana : $i = \text{alternatif } 1,2,3,\dots,m;$
 $t = \text{kriteria } 1,2,3,\dots,n$

Hasil penghitungan formulasi Rumus 4.20 sampai Rumus 4.24 disusun dalam Tabel 4.18 dan Tabel 4.19. Defuzzifikasi Bobot Tiap Alternatif *Naval Base* Kriteria Kualitatif

Tabel 4.18. Defuzzifikasi Bobot Tiap Alternatif *Naval Base* Kriteria Kualitatif

NO	KRITERIA	DEFUZZIFIKASI KRITERIA	DEFUZZIFIKASI ALTERNATIVE NAVAL BASE (NB)				PERKALIAN NILAI DEFUZZY KRITERIA-ALTERN			
			NB1	NB2	NB3	NB4	NB1	NB2	NB3	NB4
1	KERAWANAN DAERAH	8,213	7,672	7,678	6,707	8,392	63,005	63,060	55,080	68,918
2	KONFLIK MASYARAKAT	6,020	6,436	6,596	7,672	6,414	38,739	39,703	46,180	38,609
3	KEJAHATAN LAUT	7,810	5,866	6,153	8,869	5,588	45,811	48,054	69,267	43,641
4	PELANGGARAN WILAYAH	6,492	6,697	7,902	7,432	7,432	43,477	51,300	48,245	48,245
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	6,492	6,878	7,386	7,905	7,104	44,649	47,949	51,318	46,117
6	KONDISI TANAH BATUAN	5,557	6,424	7,382	7,669	6,424	35,696	41,019	42,615	35,696
7	KONDISI IKLIM & CUACA	6,020	6,148	7,391	7,905	6,702	37,011	44,492	47,585	40,341
8	KONDISI LINGKUNGAN	6,020	7,116	6,876	7,432	6,833	42,836	41,391	44,736	41,131
9	KONDISI HINTERLAND	8,881	7,669	6,596	7,916	7,154	68,108	58,575	70,298	63,534
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	8,881	7,161	7,909	8,869	7,678	63,593	70,239	78,765	68,192
11	FASILITAS LOGISTIK	5,094	6,419	7,149	7,154	8,392	32,701	36,417	36,442	42,748
12	FASILITAS REKREASI	6,473	6,867	7,154	6,867	7,154	44,451	46,311	44,451	46,311
13	FASILITAS RUMKIT	6,464	6,707	6,424	7,669	7,912	43,352	41,524	49,572	51,141
14	SUSTAINIBILITAS	8,881	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RATA- RATA NILAI DEFUZZY KRITERIA - ALTERNATIF NAVAL BASE (NB)							40,229	42,002	45,637	42,308
NILAI UTILITAS SETIAP ALTERNATIF NAVAL BASE (NB)										
XR	- NB1	137,870	12,034	164,887	-48,809	10,774	58,269	45,818		
	- NB2	140,612	12,503	180,486	-50,873	11,385	61,572	45,772		
	- NB3	142,837	13,745	198,123	-56,166	11,915	64,437	46,073		
	- NB4	139,269	14,133	181,912	-56,221	11,211	60,633	46,384		
XL	- NB1	112,319	5,531	135,450	17,213	12,356	66,823	25,513		
	- NB2	115,581	6,120	150,169	18,655	12,993	70,271	25,715		
	- NB3	117,915	6,317	161,345	18,443	13,408	72,517	25,858		
	- NB4	115,557	6,079	143,958	18,603	12,750	68,955	26,340		
Ut(Gt)	- NB1	4,274	3,979	2,173	0,903		BOBOT NB 1	0,231		
	- NB2	4,452	4,356	2,414	0,971		BOBOT NB 2	0,249		
	- NB3	4,407	4,823	2,493	0,988		BOBOT NB 3	0,253		
	- NB4	4,180	4,502	2,419	1,041		BOBOT NB 4	0,267		

Tabel 4.19. Defuzzifikasi Bobot Tiap Alternatif *Naval Base* Kriteria Kuantitatif

DEFUZZIFIKASI DAN BOBOT AGREGAT KRITERIA KUANTITATIF						
NO	KRITERIA ASPEK NAVAL BASE	RATA-RATA BOBOT			DEFUZZIFIKASI KRITERIA	BOBOT KRITERIA
		ct	at	bt		
1	LUAS PERAIRAN	5,80	7,56	9,00	7,45	0,109
2	LUAS DARATAN	3,50	6,44	8,42	6,12	0,090
3	KETINGGIAN LOKASI	5,80	5,80	7,56	6,39	0,094
4	BATHYMETRI	6,92	8,14	9,50	8,19	0,120
5	TINGGI GELOMB LAUT	5,80	7,56	9,00	7,45	0,109
6	KECEPATAN ANGIN	1,00	5,80	7,56	4,79	0,070
7	PASANG SURUT	6,44	8,42	9,50	8,12	0,119
8	LAJU SEDIMENTASI	3,50	6,44	8,42	6,12	0,090
9	BIAYA PENGEMBANGAN	3,50	6,44	8,42	6,12	0,090
10	BIAYA OPS LANJUTAN	5,80	7,56	9,00	7,45	0,109

9. Menghitung ranking setiap alternatif berdasarkan kriteria kualitatif dengan menggunakan Formulasi rumus 4.25 dan disusun dalam Tabel 4.20.

$$ST_i = \frac{U_T(G_i)}{\sum_{i=1}^m U_T(G_i)} \quad \dots\dots\dots (4.25)$$

ST_i = ranking alternatif *Naval Base* (NB) ke-i berdasarkan kriteria kualitatif Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Rangking *Naval Base* berdasarkan Kriteria Kualitatif

RANGKING NAVAL BASE (KRITERIA KUALITATIF)			
NAVAL BASE		Sti	
NB1		0,231	
NB2		0,249	
NB3		0,253	
NB4		0,267	

10. Menghitung rangking setiap alternatif berdasarkan kriteria kuantitatif dengan menggunakan formulasi 4.26 dan hasilnya disusun pada Tabel 4.21 dan dirangking pada Tabel 4.22.

$$OT_i = \frac{\sum_{j=1}^p [T_{ij} l(\sum_{i=1}^m T_{ij})]}{p} \dots\dots\dots (4.26)$$

T_{ij} = nilai dan bobot dari alternatif ke-i untuk kriteria kuantitatif ke-j

M = jumlah alternatif lokasi *Naval Base* (NB)

p = jumlah kriteria kuantitatif

OT_i = nilai rangking alternatif ke-i berdasar kriteria kuantitatif

Tabel 4.21. Bobot Tiap *Naval Base* berdasarkan Kriteria Kuantitatif

KRITERIA	BOBOT KRITERIA	NAVAL BASE			
		NB1	NB2	NB3	NB4
LUAS PERAIRAN (mil2)	0,109	25,00	33,00	27,00	32,00
LUAS DARATAN (Ha)	0,090	5,40	5,50	3,80	5,50
KETINGGIAN LOKASI (m)	0,094	35,00	20,00	15,00	25,00
BATHYMETRI (m)	0,120	12,00	15,00	20,00	24,00
TINGGI GELOMB LAUT (m)	0,109	1,75	2,00	1,50	2,50
KECEPATAN ANGIN (knot)	0,070	20,00	22,00	15,00	10,00
PASANG SURUT (m)	0,119	2,00	3,00	2,50	1,50
LAJU SEDIMENTASI (ppm)	0,090	4,00	5,00	7,00	6,00
BIAYA PENGEMBANGAN (Rp./m2)	0,090	7.500.000,00	5.500.000,00	9.000.000,00	6.500.000,00
BIAYA OPS LANJUTAN (Rp)	0,109	3.500.000,00	2.500.000,00	4.500.000,00	3.000.000,00
KRITERIA	BOBOT KRITERIA	NORMALISASI SATUAN			
LUAS PERAIRAN (mil2)	0,109	0,2137	0,2821	0,2308	0,2735
LUAS DARATAN (Ha)	0,090	0,2673	0,2723	0,1881	0,2723
KETINGGIAN LOKASI (m)	0,094	0,3684	0,2105	0,1579	0,2632
BATHYMETRI (m)	0,120	0,1690	0,2113	0,2817	0,3380
TINGGI GELOMB LAUT (m)	0,109	0,7742	0,7419	0,8065	0,6774
KECEPATAN ANGIN (knot)	0,070	0,7015	0,6716	0,7761	0,8507
PASANG SURUT (m)	0,119	0,7778	0,6667	0,7222	0,8333
LAJU SEDIMENTASI (ppm)	0,090	0,8182	0,7727	0,6818	0,7273
BIAYA PENGEMBANGAN (Rp.)	0,090	0,7368	0,8070	0,6842	0,7719
BIAYA OPS LANJUTAN (Rp)	0,109	0,7407	0,8148	0,6667	0,7778
KRITERIA	BOBOT KRITERIA	NORMALISASI SATUAN			
LUAS PERAIRAN (mil2)	0,109	0,2137	0,2821	0,2308	0,2735
LUAS DARATAN (Ha)	0,090	0,2673	0,2723	0,1881	0,2723
KETINGGIAN LOKASI (m)	0,094	0,3684	0,2105	0,1579	0,2632
BATHYMETRI (m)	0,120	0,1690	0,2113	0,2817	0,3380
TINGGI GELOMB LAUT (m)	0,109	0,2581	0,2473	0,2688	0,2258
KECEPATAN ANGIN (knot)	0,070	0,2338	0,2239	0,2587	0,2836
PASANG SURUT (m)	0,119	0,2593	0,2222	0,2407	0,2778
LAJU SEDIMENTASI (ppm)	0,090	0,2727	0,2576	0,2273	0,2424
BIAYA PENGEMBANGAN (Rp.)	0,090	0,2456	0,2690	0,2281	0,2573
BIAYA OPS LANJUTAN (Rp)	0,109	0,2469	0,2716	0,2222	0,2593
NILAI BOBOT KUANTITATIF	1,000	0,251	0,246	0,232	0,270

Tabel 4.22. Ranging *Naval Base* berdasarkan Kriteria Kuantitatif

RANGKING NAVAL BASE (KRITERIA KUANTITATIF)			
NAVAL BASE	Oti		
NB1	0,251		
NB2	0,246		
NB3	0,232		
NB4	0,270		

11. Menghitung ranging total (akhir) setiap alternatif untuk kriteria kualitatif dan kriteria kuantitatif dengan menggunakan formulasi rumus 4.27 dan hasilnya dapat ditabelkan pada Tabel 4.23.

$$FT_i = \frac{ST_i + OT_i}{\sum V_k}, 0 \leq x \leq 1 \quad \dots\dots (4.27)$$

ST_i = nilai ranging alternatif ke-i berdasarkan kriteria kualitatif.

OT_i = nilai ranging alternatif ke-i berdasar kriteria kuantitatif

$\sum V_k$ = jumlah variabel

FT_i = nilai ranging total untuk alternatif ke-i

Tabel 4.23. Ranging Total tiap Lokasi *Naval Base*

RANGKING TOTAL TIAP ALTERNATIF LOKASI NAVAL BASE			
	NAVAL BASE	Fti	RANGKING
	NB1	0,242	III
	NB2	0,248	II
	NB3	0,242	III
	NB4	0,268	I

12. Memilih alternatif terbaik berdasarkan ranging yang tertinggi.

Berdasarkan analisa pemodelan dengan algoritma Model *Fuzzy MCDM* yang telah dilakukan di atas maka di dapatkan perangkingan terhadap alternatif lokasi Pangkalan Angkatan Laut / Naval Base yang bisa dikembangkan untuk Pangkalan Angkatan Laut Berkelanjutan, dengan urutan prioritas sebagai berikut :

1. **NB 4**, Pangkalan Angkatan Laut **Timika**
2. **NB 2**, Pangkalan Angkatan Laut **Kendari**
3. **NB 1 & NB 3**, Pangkalan Angkatan Laut **Sangatta** dan **Mataram**

Urutan perangkingan Pangkalan Angkatan Laut di atas dengan asumsi belum memasukkan Faktor *Sustainabilitas* dalam pemodelan *Fuzzy MCDM* pemilihan Pangkalan Angkatan Laut, sehingga proses developing model dilanjutkan dengan mengintergrasikannya pada model *system dynamic*.

4.5. Sub-Model *System Dynamic* Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Model *system dynamic* Sustainability Pangkalan Angkatan Laut dibangun dalam beberapa tahap analisis. yang meliputi :

1. Identifikasi Variabel,

Yaitu mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kompleksitas sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut serta pemahaman konseptual, yang terdiri dari subsistem aspek Politik, subsistem aspek Teknis dan subsistem aspek Ekonomi. Masing-masing subsistem dibangun oleh faktor-faktor yang khas dan berinteraksi secara dinamis menurut waktu dan kondisi.

2. Konstruksi *Causal Loop & Stock Flow Diagram*,

Yaitu mengkonstruksikan struktur hubungan sebab akibat sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut ke dalam bentuk *causal loop diagram* (diagram sebab akibat) dan *stock flow diagram* (diagram aliran stock variabel berdasarkan waktu).

3. Formulasi Model

Yaitu memformulasikan model sistem dinamis Sustainability Pangkalan Angkatan Laut berlandaskan atas *causal loop diagram* dan asumsi dasar model dinamis.

4. Validasi,

Validasi model dinamis, meliputi :

- a. uji struktur model,
- b. uji kecukupan batasan,
- c. uji parameter model
- d. uji kondisi ekstrem, dan
- e. uji perilaku model

5. Simulasi,

Yaitu melakukan simulasi terhadap beberapa skenario kebijakan yang menguji Sustainability Pangkalan TNI AL. Program komputer *Powersim*, *Stella (iSee System)*, atau *Vensim* dapat digunakan untuk memformulasikan model dinamis. Pada disertasi ini penulis menggunakan program *Stella (iSee System)* 9.1.3. Program *Stella (iSee System)* 9.1.3 dipilih karena pertimbangan telah mencukupi kebutuhan model yang akan dibangun.

4.5.1. Identifikasi Variabel

Langkah awal dalam konseptualisasi sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut adalah identifikasi variabel yang berpengaruh dalam Sustainability Pangkalan Angkatan Laut tersebut. Tujuan dilakukan identifikasi variabel ini adalah untuk memperdalam pengetahuan terhadap sistem yang akan diteliti. Variabel-variabel yang diidentifikasi adalah yang terkait dengan parameter yang berpengaruh dan berinteraksi terhadap Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

Dari pemahaman sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut serta identifikasi semua variabel yang berpengaruh, maka sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut dapat dikategorikan mencakup 3 (tiga) sub model aspek Sustainability yaitu: (1) Aspek Politik, (2) Aspek Teknis, dan (3) Aspek Ekonomi.

Berikut ini merupakan identifikasi variabel yang ditunjukkan pada tabel 4.24. sd. Tabel 4.27.

Tabel 4.24. Identifikasi Variabel Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut		
No	Variabel	Ket /Deskripsi
1	Wilayah Strategis pangkalan / Politik	Posisi strategis yang dipengaruhi oleh situasi politik dan kerawanan daerah pangkalan
2	Performance pangkalan / Teknis	Kondisi performansi yang dipengaruhi oleh segi teknis pangkalan
3	Perkembangan Industri / Ekonomi	Kondisi perkembangan Injasmar yang bisa menggeser kawasan pangkalan

Tabel 4.25. Identifikasi Variabel Aspek Politik

Sub Model Sustainabilitas dari Aspek Politik		
No	Variabel	Ket /Deskripsi
1	Aspek Politik Kerawanan NavBase	Nilai kerawanan daerah pangkalan Angkatan Laut
2	Wilayah Strategis	Nilai posisi pangkalan yang dipengaruhi kondisi ekonomi makro
3	Kejahatan di Laut	Pelanggaran hukum di laut
4	Illegal Logging	Pencurian kayu lewat laut
5	Illegal Fishing	Pencurian ikan di wilayah yurisdiksi nasional Indonesia
6	Pembajakan	Kejahatan perompakan dan pembajakan kapal di laut Indonesia
7	Pelanggaran Kapal Asing	Pelanggaran batas wilayah laut yurisdiksi oleh kapal negara tetangga
8	Kejahatan di Darat	Pelanggaran Hukum di wilayah darat sekitar Pangkalan Angkatan Laut
9	Konflik masyarakat	Konflik dan kejahatan diantara masyarakat selain disintegrasi wilayah
10	Konflik disintegrasi wilayah	Kondisi masyarakat yang ingin memisahkan diri dari Negara Indonesia
11	Pelanggaran Batas Wilayah	Ancaman dari negara tetangga terhadap pelanggaran batas wilayah Negara Indonesia
12	Kualitas SDM masyarakat	Kondisi SDM masyarakat yang mempengaruhi keberadaan Pangkalan Angkatan Laut

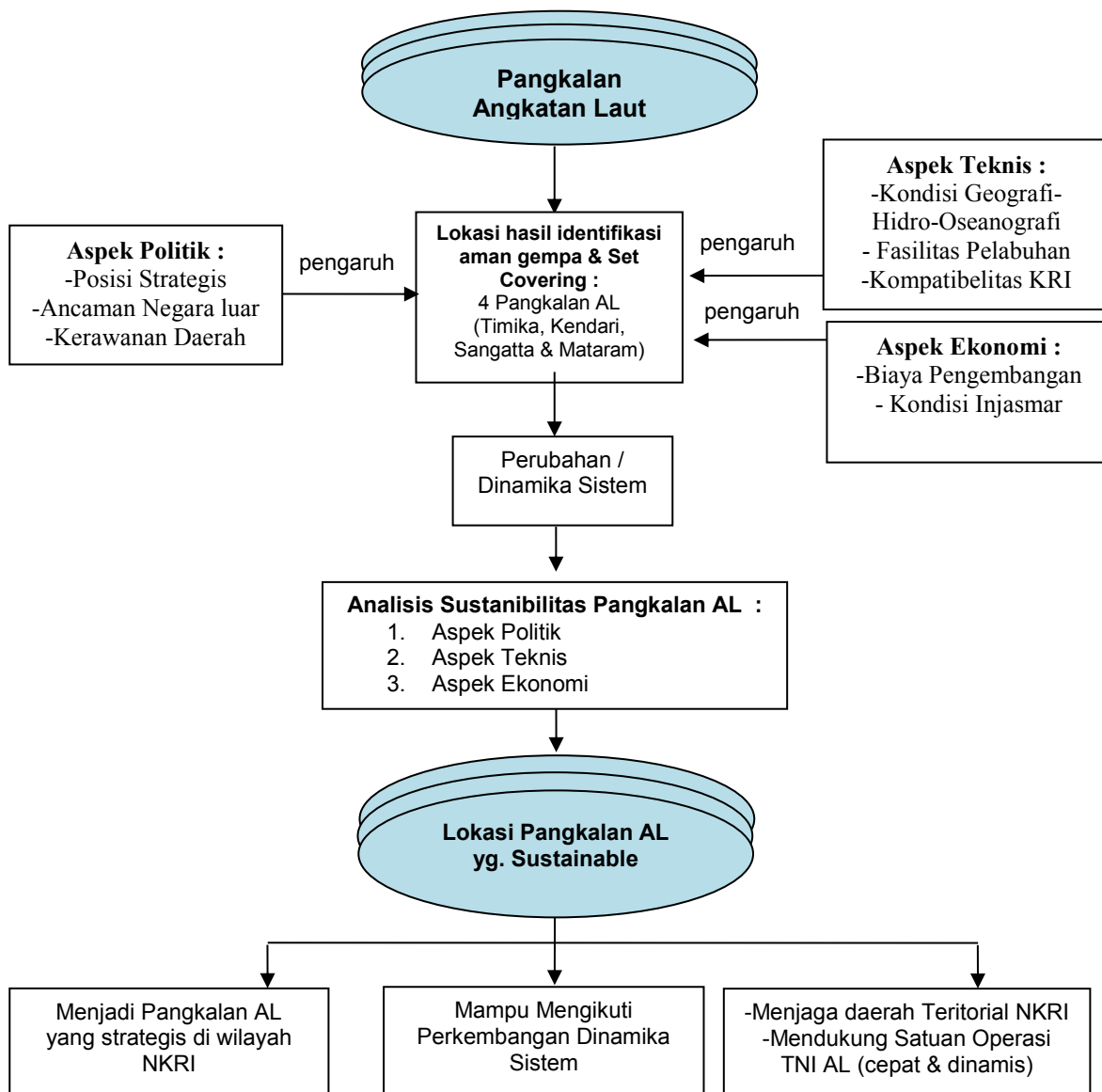
Tabel 4.26. Identifikasi Variabel Aspek Teknis

Sub Model Sustainability dari Aspek Teknis		
No	Variabel	Ket /Deskripsi
1	Aspek Teknis NavBase	Nilai performance pangkalan dan kondisi teknis lokasi Pangkalan
2	Fas Teknis	Kondisi fasilitas teknis pangkalan dalam mendukung bekal ops. KRI
3	Suplai logistik BBM	Ketersediaan BBM dan minyak lumas serta suku cadang
4	Suplai logistik personel	Ketersediaan bahan air dan bahan makanan personel
5	Docking	Kemampuan perbaikan / docking kapal KRI
6	Geoteknis	Kondisi Geoteknis pangkalan dalam mendukung bekal ops. KRI
7	Hidro-Oceanografi	Kondisi kelautan daerah Pangkalan AL
8	Pasang-surut	Perbedaan tinggi rendahnya elevasi muka air laut
9	Bathymetri	Kedalaman alur pelayaran di daerah pangkalan
10	Kecepatan Gelombang Laut	Kecepatan arus permukaan laut
11	Geologi	Nilai performansi Pangkalan yang dipengaruhi kondisi geologi tanah dan batuan di daerah pangkalan
12	Sedimentasi	Endapan lumpur yang mempengaruhi kedalaman alur
13	Infrastruktur Transportasi	Infrastruktur / bangunan yang mendukung kegiatan transportasi laut bai kapal-kapal niaga/KRI
14	Kehadiran KRI	Keberadaan KRI di daerah operasi wilayah Pangkalan Angkatan Laut

Tabel 4.27. Identifikasi Variabel Aspek Ekonomi

Sub Model Sustentabilitas dari Aspek Ekonomi		
No	Variabel	Ket /Deskripsi
1	Aspek Ekonomi Ketersediaan Lahan	Ketersediaan Lahan Pangkalan AL yang bisa berkurang akibat perkembangan industri di sekitarnya
2	PDRB Sektor Industri Maritim	Pendapatan pemerintah dari sektor industri maritim
3	PDRB Sektor Lainnya	Laju pendapatan pemerintah dari sektor industri maritim
4	Daya Tarik Industri	Ketertarikan pihak swasta/ pemerintah terhadap investasi industri maritim daerah tersebut
5	Infrastruktur	Ketersediaan prasarana yang mendukung fungsi pelabuhan umum/niaga
6	Tenaga Kerja	Keberadaan jml tenaga kerja di banding lapangan kerja
7	Ekonomi Makro	Perkembangan ekonomi secara luas/makro (negara)
8	Penggunaan Lahan	Penambahan luasan wilayah industri maritim akibat perkembangan ekonomi makro
9	Kapasitas Lahan	Luasan wilayah Pangkalan Angkatan Laut.
10	Perijinan Usaha	Kemudahan pihak swasta / industri untuk membuka ijin usaha

Setelah identifikasi variabel yang berpengaruh dalam Sustainability Pangkalan Angkatan Laut dilaksanakan maka penelitian dilanjutkan dengan penyusunan strukturalisasi dan konseptualisasi sistem.



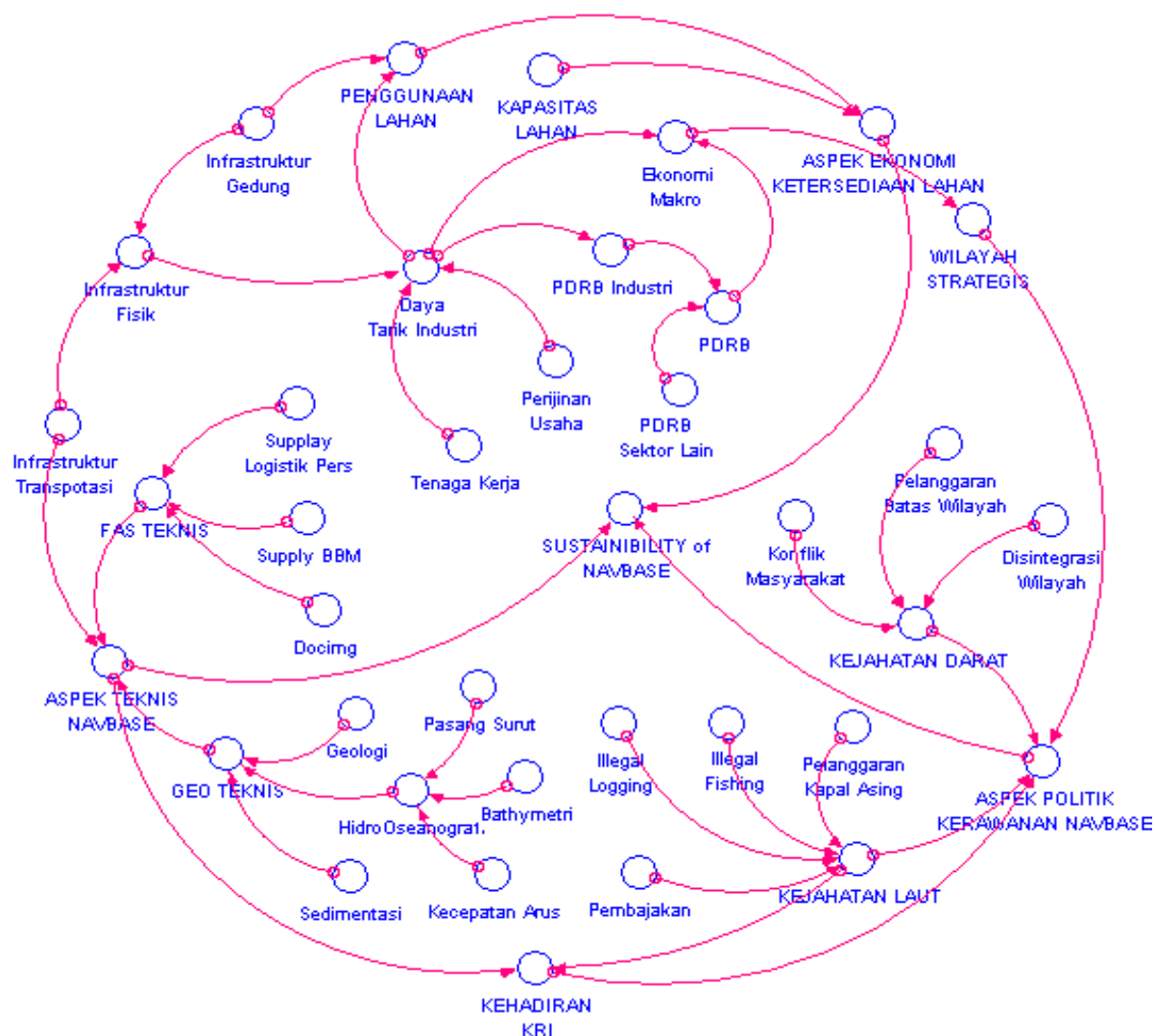
Gambar 4.15. *Framework* Konseptualisasi Sistem Sustanibilitas Pangkalan AL

Gambar 4.15 adalah *framework* yang secara umum disusun untuk menggambarkan konseptualisasi sistem keterkaitan hubungan antar aspek-aspek model dengan sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

Selanjutnya dibentuk diagram sebab akibat atau *causal loop diagram*, dan *stock and flow diagram* dari model sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut berdasarkan *framework* di atas.

4.5.2. Pemodelan Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Sustainability naval base model dibuat dalam *causal loop diagram* untuk menunjukkan variabel-variabel utama yang digambarkan dalam model, dalam hal ini telah disusun berdasarkan variabel-variabel awal yang sudah diidentifikasi sesuai tabel 4.24 sd. tabel 4.27 di atas. Dalam model ini, ditunjukkan hubungan sebab akibat yang terjadi antar variabel yang berpengaruh dalam sistem. Misalnya pada Aspek Politik / Kerawanan daerah pangkalan dipengaruhi oleh kejahatan di laut, kejahatan di darat dan posisi wilayah strategis, dengan banyaknya jumlah pelanggaran di laut maka berpengaruh dalam peningkatkan kehadiran kapal TNI AL yang beroperasi di sektor keamanan laut RI sehingga berdampak pada Sustainability *Naval Base* / Pangkalan AL. Gambar 4.16 berikut adalah Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut (*sustainability naval base model*):



Gambar 4.16. Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Gambar 4.16 merupakan strukturalisasi model dan sistem yang terjadi dalam Sustainability Pangkalan Angkatan Laut. Strukturalisasi tersebut dimodelkan dalam bentuk *causal loop diagram (CLD)* atau diagram sebab akibat dari semua variabel yang berpengaruh terhadap keberlanjutan atau Sustainability Pangkalan Angkatan Laut. Dari konseptualisasi model *causal loop diagram* di atas, terlihat bahwa Sustainability Pangkalan Angkatan Laut dipengaruhi dari perkembangan dinamika sistem dari aspek aspek **Teknis, Politik dan Ekonomi**. Elemen-elemen yang mempengaruhi dari ketiga variabel utama tersebut didefinisikan sesuai dengan identifikasi variabel yang telah dilakukan sebelumnya.

Penjelasan Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Aspek-aspek teknis, politik dan ekonomi diterjemahkan dalam variabel-variabel yang meliputi 3 (tiga) variabel utama yaitu:

(1) Aspek Teknis NavBase, merupakan suatu aspek yang menunjukkan performansi teknis pangkalan AL sebagai misinya dalam dukungan teknis dan logistik KRI. Dari model pada Gambar 4.16 di atas dijelaskan bahwa Aspek teknis Navbase dipengaruhi oleh variable Fas Teknis dan Goe Teknis. Variabel Fas Teknis meliputi sub variabel kemampuan supply logistik personel KRI, supply BBM dan kemampuan docking pangkalan. Sedangkan variable Geo Teknis meliputi sub variabel geologi, sedimentasi dan hidro-oseanografi (pasang surut, bathymetri dan kecepatan arus). Semua variabel dan sub variabel tersebut mempengaruhi nilai Aspek Teknis NavBase. Semakin tinggi nilai Aspek Teknis Navbase maka akan semakin meningkatkan kunjungan KRI untuk bekal ulang di Pangkalan AL tersebut.

(2) Aspek Politik NavBase, merupakan suatu aspek yang mempengaruhi Sustainability Pangkalan AL dari segi nilai kerawanan daerah. Pada Gambar 4.16 dapat diketahui bahwa aspek ini dipengaruhi oleh variabel kejahatan di laut, kejahatan darat dan nilai wilayah strategis. Variabel kejahatan di laut meliputi sub-sub variabel *illegal logging*, *illegal fishing* dan pelanggaran batas wilayah oleh kapal asing. Selanjutnya variabel kejahatan di darat terdiri dari sub-sub variabel tingkat konflik masyarakat, konflik disintegrasi wilayah dan pelanggaran batas wilayah oleh negara asing. Variabel berikutnya yang berpengaruh adalah nilai wilayah strategis yang dipengaruhi oleh sub variabel ekonomi makro dan tingkat PDRB daerah. Variabel dan sub-sub variabel

tersebut di atas membentuk sistem yang mempengaruhi Sustainability pangkalan AL dari Aspek Politik / kerawanan daerah.

(3) Aspek Ekonomi NavBase, merupakan aspek yang mempengaruhi Sustainability Pangkalan AL dari segi ketersediaan lahan Pangkalan sebagai akibat dari ekspansi wilayah industri dan ekonomi maritim. Pada Gambar 4.16 dijelaskan bahwa pada aspek ini dipengaruhi oleh variabel ketersediaan wilayah dan penggunaan lahan sebagai akibat dari perkembangan industri daerah yang dipengaruhi oleh daya tarik industri. Daya tarik industri daerah ini dapat dipengaruhi oleh ketersediaan infrastruktur fisik daerah, SDM tenaga kerja, tingkat ekonomi makro dan perijinan usaha. Semakin tinggi nilai aspek ini maka akan meningkatkan jumlah lahan yang terpakai untuk industri maritim yang pada akhirnya dapat menggeser lahan Pangkalan AL sehingga dapat mengakibatkan nilai Sustainability Pangkalan AL rendah / tidak sustainable.





Dengan adanya *causal loop diagram* di atas dapat dipahami keterkaitan, serta pengaruh variabel terhadap perilaku sistem. Semua variabel yang berpengaruh dalam sistem dilibatkan dalam model dan menunjukkan hubungan *feedback* / timbal balik yang digambarkan sebagai level / *stock* pada saat simulasi model.

4.5.3. *Stock and Flow Diagram*

Penyusunan *stock and flow diagram* berdasarkan *causal loop* yang telah disusun sebelumnya. *Stock and flow diagram* merupakan penjabaran lebih rinci dari sistem yang sebelumnya ditunjukkan oleh *causal loop diagram* karena pada diagram ini memperhatikan pengaruh waktu terhadap keterkaitan antar variabel, sehingga nantinya setiap variabel mampu menunjukkan hasil akumulasi untuk variabel *level/stock*, dan variabel yang merupakan laju aktivitas sistem tiap periode waktu disebut dengan *rate/flow*. Dalam hal ini *rate* merupakan variabel satu-satunya yang mempengaruhi *level*. Sedangkan *converter* merupakan variabel yang bersifat aliran informasi yang memiliki nilai konstan. Untuk menghubungkan variabel satu dengan lainnya digunakan *connector*, yaitu menghubungkan antara *converter* dengan *converter*, *converter* ke *rate*, *level* ke *rate* dan *level* ke *converter*.

Pada Tabel 4.28 berikut ini dapat dilihat simbol *stock and flow diagram* yang terdapat dalam software *Stella@ (iSee System)*

Tabel 4.28. Simbol *Stock and Flow Diagram Stella@ (iSee System)*

Simbol	Keterangan
 <p>Noname 1</p>	Level/Stock
 <p>Noname 2</p>	Rate/Flow
 <p>Noname 3</p>	Converter
	Connector

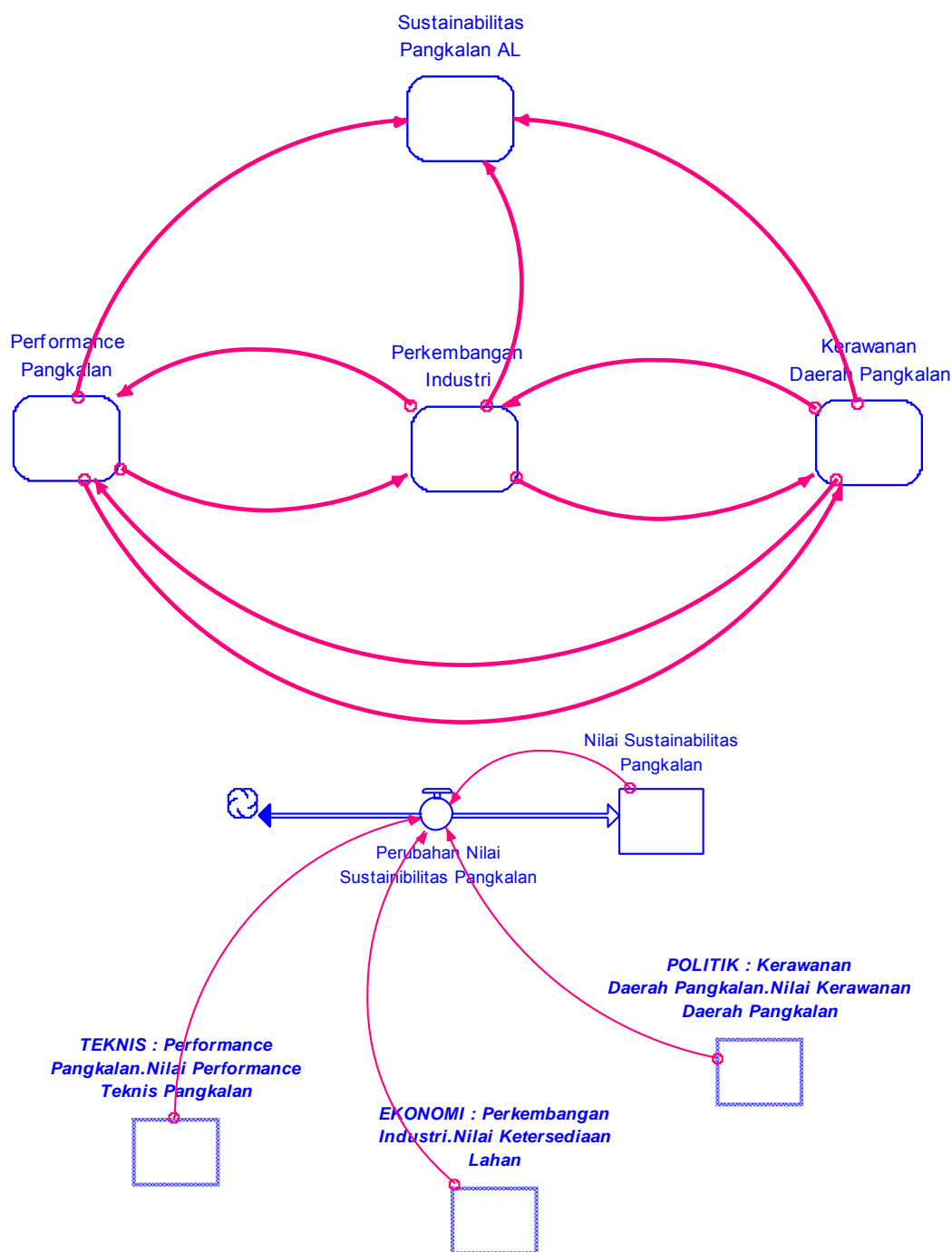
Model *stock and flow diagram* pada model dan sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut disusun berdasarkan *causal loop diagram* pada Gambar 4.16 dengan parameter pada setiap submodel sebagai variabel utama. Setiap variabel yang telah didefinisikan memiliki formulasi yang berbeda-beda. Formulasi untuk setiap variabel dibuat dengan berdasarkan rumus-rumus umum, kondisi aktual yang terjadi, dan data terkait. Dalam penyusunan formulasi tersebut, tidak terdapat variabel yang memiliki formulasi dari hasil pengolahan sebelumnya dengan tujuan agar tidak terdapat model dalam model. Detail formulasi untuk setiap variabel ditunjukkan pada disertasi ini.

Setelah memahami konseptualisasi sistem dalam model *causal loop diagram* Sustainability Pangkalan Angkatan Laut seperti dalam Gambar 4.16, maka langkah selanjutnya adalah menyusun model dalam *Stock Flow Diagram (SFD)* dari model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut yang terdiri dari

- 1 (satu) Model Sustainability Pangkalan, yang meliputi:
- 3 (tiga) Sub model aspek kebijakan meliputi:

- (1) Sub Model aspek Politik,
- (2) Sub Model aspek Teknis,
- (3) Sub Model aspek Ekonomi

4.5.4. Model Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

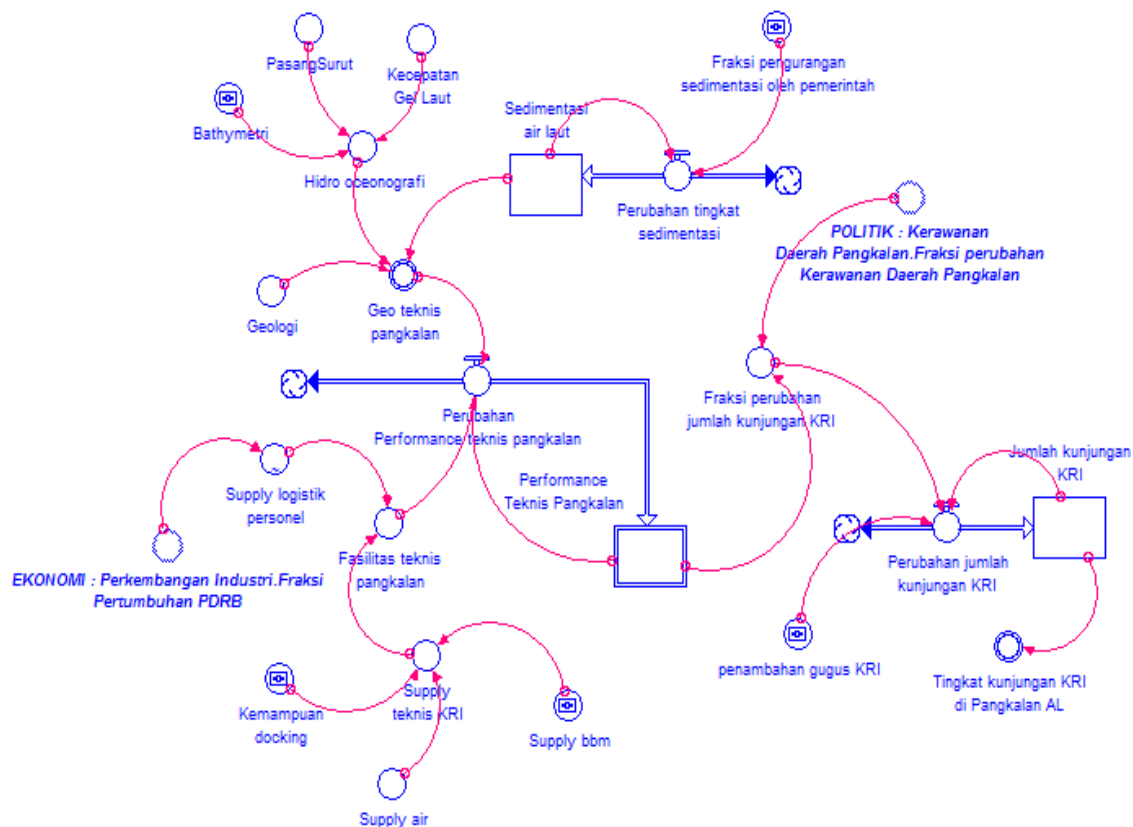


Gambar 4.17. Model Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Pada Gambar 4.17. Model Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut diidentifikasi sebagai suatu sistem penilaian Sustainability Pangkalan yang dipengaruhi dari variabel dari aspek-aspek Performance Pangkalan, Perkembangan Industri dan Kerawanan Daerah Pangkalan. Ketiga variabel aspek tersebut membentuk *feedback* dan saling berinteraksi satu dengan yang lainnya.

4.5.5. Sub Model Aspek Teknis Pangkalan

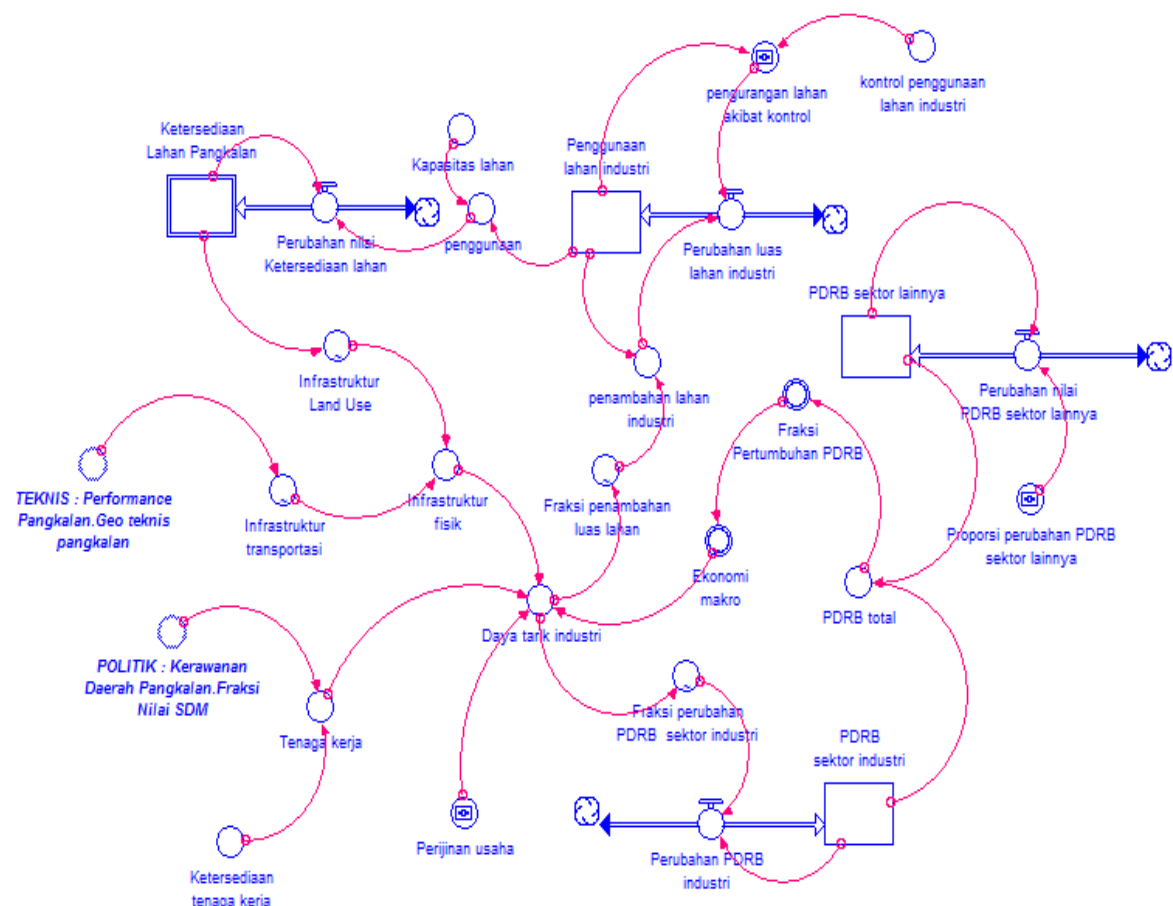
Pada Gambar 4.18. Sub Model Aspek Teknis Pangkalan, diidentifikasi sebagai suatu sistem untuk melakukan pengukuran **Nilai Performance Pangkalan** yang dipengaruhi oleh dinamika sistem pada variabel Fas Teknis dan Goe Teknis. Variabel Fas Teknis meliputi sub variabel kemampuan supply logistik personel KRI, supply BBM dan kemampuan docking pangkalan. Sedangkan variable Geo Teknis meliputi sub variabel geologi, sedimentasi dan hidro-oseanografi (pasang surut, bathymetri dan kecepatan arus). Semua variabel dan sub variabel tersebut mempengaruhi nilai Aspek Teknis NavBase. Semakin tinggi nilai Aspek Teknis performance Pangkalan, maka akan semakin meningkatkan kunjungan KRI untuk bekal ulang di Pangkalan Angkatan Laut tersebut, yang pada akhirnya dapat meningkatkan nilai keberadaan dan sustainibilitas Pangkalan Angkatan Laut di daerah tersebut.



Gambar 4.18. Diagram Sub Model Aspek Teknis Performance Pangkalan

4.5.6. Sub Model Aspek Ekonomi

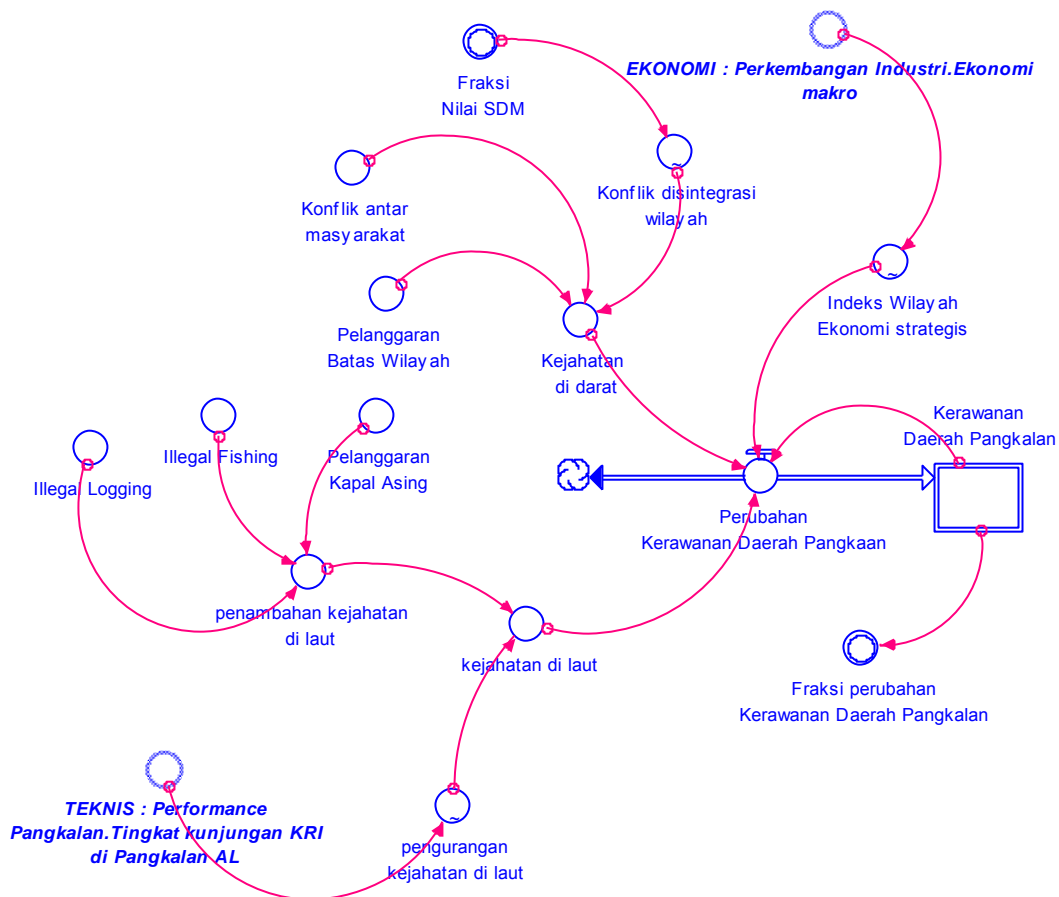
Pada Gambar 4.19. Sub Model Aspek Ekonomi diidentifikasi sebagai suatu sistem perkembangan ekonomi industri suatu daerah maritim yang mempengaruhi **pergeseran dan ketersediaan lahan** Pangkalan Angkatan Laut. Perkembangan industri maritim dikhawatirkan menggeser dan mengekspansi ketersediaan lahan Pangkalan Angkatan Laut sehingga mempengaruhi keberlanjutan fungsi Pangkalan Angkatan Laut. Aspek ini dipengaruhi oleh daya tarik industri, terutama industri kemaritiman. Daya tarik industri ini dapat dipengaruhi oleh ketersediaan infrastruktur fisik daerah, SDM tenaga kerja, tingkat ekonomi makro dan perijinan usaha. Semakin tinggi nilai aspek ini maka akan meningkatkan jumlah lahan yang terpakai untuk industri maritim yang pada akhirnya dapat menggeser lahan Pangkalan AL, sehingga dapat mengakibatkan degradasi Pangkalan AL yang artinya Pangkalan AL tidak dapat berfungsi sesuai fungsi azasinya (rendah / tidak sustainable).



Gambar 4.19. Diagram Sub Model Aspek Ekonomi Ketersediaan Lahan Pangkalan

4.5.7. Sub Model Aspek Politik

Pada Gambar 4.20. Sub Model Aspek Politik diidentifikasi sebagai suatu aspek **kerawanan daerah pangkalan** yang dipengaruhi oleh kejahatan di darat dan di laut serta nilai strategis wilayah. Kejahatan di darat dipengaruhi oleh konflik antar masyarakat, konflik dis-integrasi wilayah dan pelanggaran batas wilayah oleh negara asing. Kejahatan di laut dipengaruhi oleh pelanggaran batas wilayah laut oleh kapal asing, kejadian *illegal logging* dan *illegal fishing*. Jumlah kejahatan di laut ini sangat mempengaruhi jumlah Kehadiran atau kunjungan KRI ke daerah operasi untuk pengamanan wilayah, hal ini tentunya meningkatkan jumlah kunjungan KRI ke Pangkalan Angkatan Laut untuk melakukan bekal ulang logistik dan personel, sehingga semakin meningkatkan nilai fungsi Pangkalan Angkatan Laut.

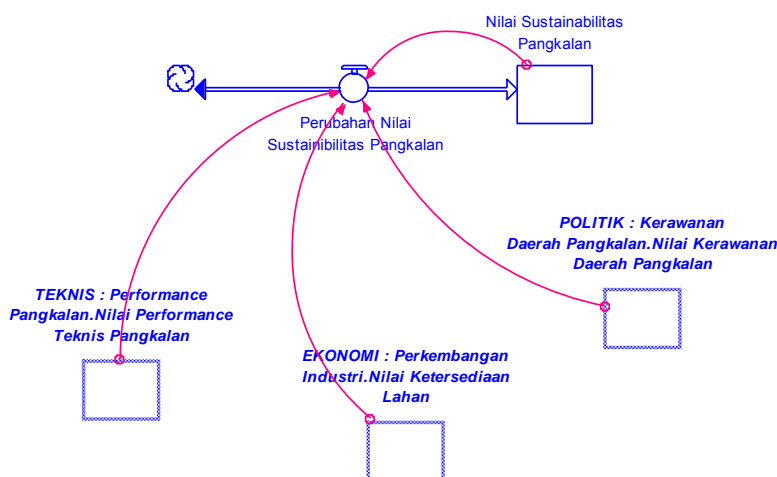


Gambar 4.20. Diagram Sub Model Aspek Politik
Kerawanan Daerah Pangkalan

4.5.8. Formulasi Model,

Formulasi model disusun dengan menterjemahkan *stock flow diagram* dalam model matematis dengan asumsi dasar model dinamis dalam *assesment* variabel. Selanjutnya dioperasikan kedinamika-sisteman antar kurun waktu (*dt*) sebagai bentuk perkembangan dari masa ke masa. Asumsi dasar model dinamis dalam penelitian ini diambil dari nilai kuisioner model *Fuzzy MCDM* yang telah dilakukan sebelumnya dalam bentuk *scoring expert judgement*. Beberapa asumsi dasar variabel teknis juga diperoleh dari data Dishidros, Dispotmar dan Disfaslanal, untuk aspek ekonomi diambil dari data BPS 2015, BKPM serta Kemenperindag, sedangkan untuk variabel politik diperoleh dari data Puskodal dan Kementerian Pertahanan 2015. Formulasi model disusun dengan menggunakan program *Stella I Think-(iSee System)* versi 9.1.3. Program ini dikembangkan oleh Macintosh 1984 dan berkembang hingga sekarang sebagai software *System Thinking* yang handal, dipilih karena *support* dengan *windows* dan mampu mensimulasikan perilaku dinamis dari sistem, identifikasi *causal loop* yang *logic* serta penyusunan *equations* yang *support* dengan *ms office*.

4.5.8.1. Formulasi Model Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut



```
{ STELLA VERSION 9.1.3 }
{ INITIALIZATION EQUATIONS }
```

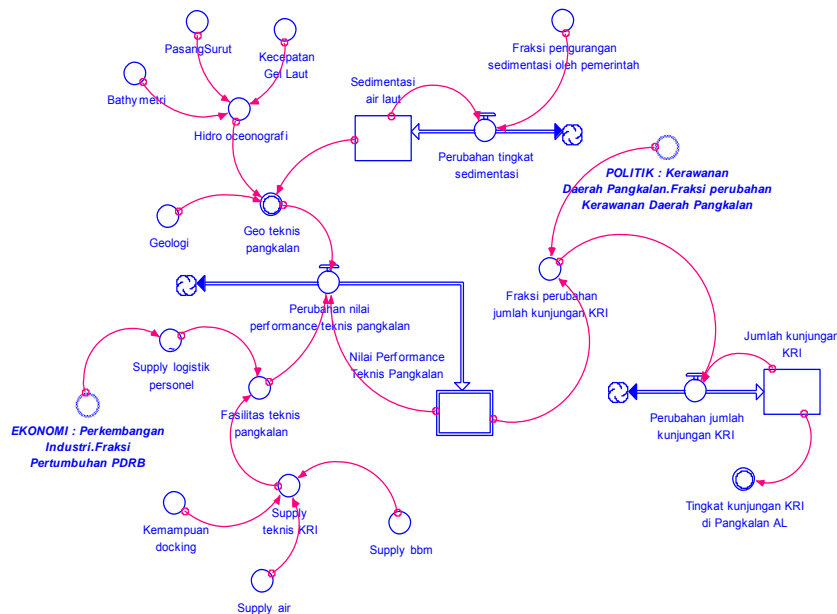
```
Nilai_Sustainabilitas_Pangkalan(t) = Nilai_Sustainabilitas_Pangkalan(t - dt) +
(Perubahan_Nilai_Sustainabilitas_Pangkalan) * dt
INIT Nilai_Sustainabilitas_Pangkalan = 6 (Asumsi Dasar yang diperoleh dari
kuisioner indeks Fuzzy MCDM)
```

INFLOWS:

Perubahan_Nilai_Sustainabilitas_Pangkalan =

$$\text{Nilai_Sustainabilitas_Pangkalan} + (((\text{POLITIK_Kerawanan_Daerah_Pangkalan} \cdot \text{Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan} - \text{EKONOMI_Perkembangan_Industri} \cdot \text{Nilai_Ketersediaan_Lahan} + \text{TEKNIS_Performance_Pangkalan} \cdot \text{Nilai_Performance_Teknis_Pangkalan}) / 3)) - \text{Nilai_Sustainabilitas_Pangkalan}$$

4.5.8.2. Formulasi Sub Model Aspek Teknis



{ STELLA VERSION 9.1.3 }

{INITIALIZATION EQUATIONS}

$$\text{Nilai_Performance_Teknis_Pangkalan}(t) = \text{Nilai_Performance_Teknis_Pangkalan}(t - dt) + (\text{Perubahan_nilai_performance_teknis_pangkalan}) * dt$$

$$\text{INIT Nilai_Performance_Teknis_Pangkalan} = 6 \text{ (Asumsi Dasar yang diperoleh dari kuisioner indeks Fuzzy MCDM)}$$

INFLOWS:

Perubahan_nilai_performance_teknis_pangkalan =

$$(\text{Geo_teknis_pangkalan} + \text{Fasilitas_teknis_pangkalan}) / 2 - \text{Nilai_Performance_Teknis_Pangkalan}$$

Jumlah_kunjungan_KRI(t) = Jumlah_kunjungan_KRI(t - dt) +

$$(\text{Perubahan_jumlah_kunjungan_KRI}) * dt$$

INIT Jumlah_kunjungan_KRI = 50 (Asumsi Dasar dari data Puskodal 2015)

INFLOWS:

Perubahan_jumlah_kunjungan_KRI =

$$\text{Round}((\text{Jumlah_kunjungan_KRI} * \text{Fraksi_perubahan_jumlah_kunjungan_KRI}))$$

```

Sedimentasi__air_laut(t) = Sedimentasi__air_laut(t - dt) +
(Perubahan_tingkat__sedimentasi) * dt
INIT Sedimentasi__air_laut = 4

INFLOWS:
Perubahan_tingkat__sedimentasi =
Sedimentasi__air_laut*Fraksi_pengurangan__sedimentasi_oleh_pemerintah

Fasilitas_teknis_pangkalan = (Supply_logistik_personel+Supply__teknis_KRI)/2
Fraksi_pengurangan__sedimentasi_oleh_pemerintah = 0.04
Fraksi_perubahan__jumlah_kunjungan_KRI =
(Nilai_Performance__Teknis_Pangkalan+POLITIK:_Kerawanan_Daerah_Pangkalan.Fraksi
_perubahan_Kerawanan_Daerah_Pangkalan)/2

Geo_teknis_pangkalan = (Geologi+Hidro_oceanografi+Sedimentasi__air_laut)/3
Geologi = random(6, 8, 1)(Asumsi Dasar dari kuisisioner indeks Fuzzy MCDM)
Hidro_oceanografi = (Bathymetri+Kecepatan_Gel_Laut+PasangSurut)/3
Bathymetri = random(4, 5, 1)(Asumsi Dasar dari kuisisioner indeks Fuzzy MCDM)
Kecepatan_Gel_Laut = random(2,3,1)(Asumsi Dasar dari kuisisioner indeks Fuzzy
MCDM)
PasangSurut = random(2, 3, 1)(Asumsi Dasar dari kuisisioner indeks Fuzzy MCDM)

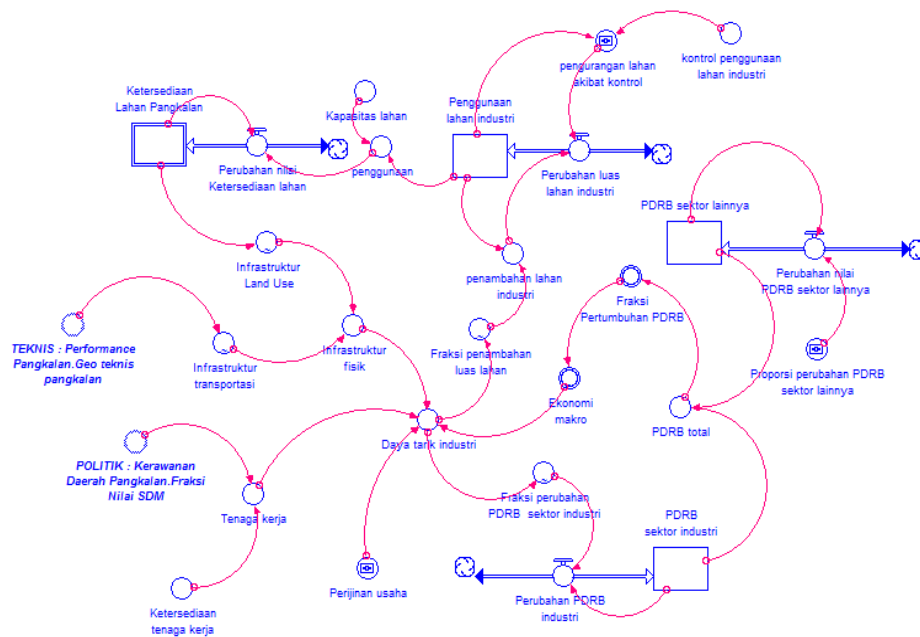
Supply__teknis_KRI = (Kemampuan__docking+Supply_air+Supply_bbm)/3
Kemampuan__docking = random(7, 8, 1)(Asumsi Dasar dari data Disfaslanal2015)
Supply_air = random(8, 9, 1)(Asumsi Dasar dari kuisisioner indeks Fuzzy MCDM)
Supply_bbm = random(8, 9, 1)(Asumsi Dasar dari kuisisioner indeks Fuzzy MCDM)

Tingkat_kunjungan_KRI_di_Pangkalan_AL = IF TIME=0 then 0.12 else
(Jumlah_kunjungan__KRI- History(Jumlah_kunjungan__KRI, time
1))/Jumlah_kunjungan__KRI

Supply_logistik_personel =
GRAPH(EKONOMI:_Perkembangan__Industri.Fraksi__Pertumbuhan_PDRB)
(0.00, 0.015), (0.1, 0.035), (0.2, 0.065), (0.3, 0.115), (0.4, 0.26), (0.5,
0.37), (0.6, 0.645), (0.7, 0.765), (0.8, 0.89), (0.9, 0.925), (1, 0.965) (Asumsi
Dasar dari data Kemenperindag 2015)

```

4.8.5.3. Formulasi Sub Model Aspek Ekonomi.



```
{ STELLA VERSION 9.1.3 }
{INITIALIZATION EQUATIONS}
```

```
Nilai_Ketersediaan_Lahan(t) = Nilai_Ketersediaan_Lahan(t - dt) +
(Perubahan_nilai_ketersediaan_lahan) * dt
INIT Nilai_Ketersediaan_Lahan = 5
```

INFLOWS:

```
Perubahan_nilai_ketersediaan_lahan = (Kapasitas_lahan/Penggunaan__luas_lahan)-
Nilai_Ketersediaan_Lahan
PDRB_sektor_lainnya(t) = PDRB_sektor_lainnya(t - dt) +
(Perubahan_nilai_PDRB_sektor_lainnya) * dt
INIT PDRB_sektor_lainnya = 439346314.31
```

INFLOWS:

```
Perubahan_nilai_PDRB_sektor_lainnya =
PDRB_sektor_lainnya*Proporsi_perubahan_PDRB_sektor_lainnya
PDRB__sektor_industri(t) = PDRB__sektor_industri(t - dt) +
(Perubahan_PDRB_industri) * dt
INIT PDRB__sektor_industri = 439346314.31(Asumsi Dasar data Kemenperindag 2015)
```

INFLOWS:

```
Perubahan_PDRB_industri =
(PDRB__sektor_industri*Fraksi_perubahan__PDRB__sektor_industri)
Penggunaan__luas_lahan(t) = Penggunaan__luas_lahan(t - dt) +
(Perubahan_luas_lahan) * dt
```

INIT Penggunaan__luas_lahan = 5 (Asumsi Dasar dari data BPS dan BKPM 2015)

INFLOWS:

Perubahan_luas_lahan = (Penggunaan__luas_lahan*Fraksi_perubahan__luas_lahan)

Daya tarik industri =

0.15*Perijinan_usaha+0.3*Infrastruktur__fisik+0.4*Ekonomi__makro+0.15*Tenaga_kerja

Fraksi__Pertumbuhan_PDRB = IF TIME=0 then 0.103 else (PDRB_total-

HISTORY(PDRB_total,time-1))/PDRB_total (Asumsi Dasar dari data BPS dan BKPM 2015)

Infrastruktur__fisik = (Infrastruktur__Land_Use+Infrastruktur__transportasi)/2

Kapasitas_lahan = 22.08

Ketersediaan_tenaga_kerja = random(6, 7, 1)(Asumsi Dasar data BPS dan BKPM 2015)

PDRB_total = PDRB_sektor_lainnya+PDRB__sektor_industri

Perijinan_usaha = random(6, 8, 1)(Asumsi Dasar data BPS dan BKPM 2015)

Proporsi_perubahan_PDRB_sektor_lainnya = RANDOM(0.14, 0.17,1) (Asumsi Dasar data BPS dan BKPM 2015)

Tenaga_kerja =

0.6*Ketersediaan_tenaga_kerja+0.4*POLITIK_:Kerawanan_Daerah_Pangkalan.Fraksi__Nilai_SDM

Ekonomi__makro = GRAPH(Fraksi__Pertumbuhan_PDRB)

(0.00, 0.015), (0.05, 0.0575), (0.1, 0.0775), (0.15, 0.0975), (0.2, 0.11), (0.25, 0.118), (0.3, 0.145), (0.35, 0.168), (0.4, 0.208), (0.45, 0.36), (0.5, 0.42) (Asumsi Dasar data BPS dan BKPM 2015)

Fraksi_perubahan__luas_lahan = GRAPH(Daya tarik industri)

(0.00, 0.00), (0.1, 0.001), (0.2, 0.001), (0.3, 0.002), (0.4, 0.002), (0.5, 0.003), (0.6, 0.006), (0.7, 0.007), (0.8, 0.007), (0.9, 0.008), (1, 0.009) (Asumsi Dasar data BPS dan BKPM 2015)

Fraksi_perubahan__PDRB__sektor_industri = GRAPH(Daya tarik industri)

(0.00, 0.015), (0.1, 0.035), (0.2, 0.06), (0.3, 0.105), (0.4, 0.1), (0.5, 0.135), (0.6, 0.13), (0.7, 0.15), (0.8, 0.17), (0.9, 0.195), (1, 0.24) (Asumsi Dasar data BPS dan BKPM 2015)

Infrastruktur__Land_Use = GRAPH(Nilai_Ketersediaan_Lahan)

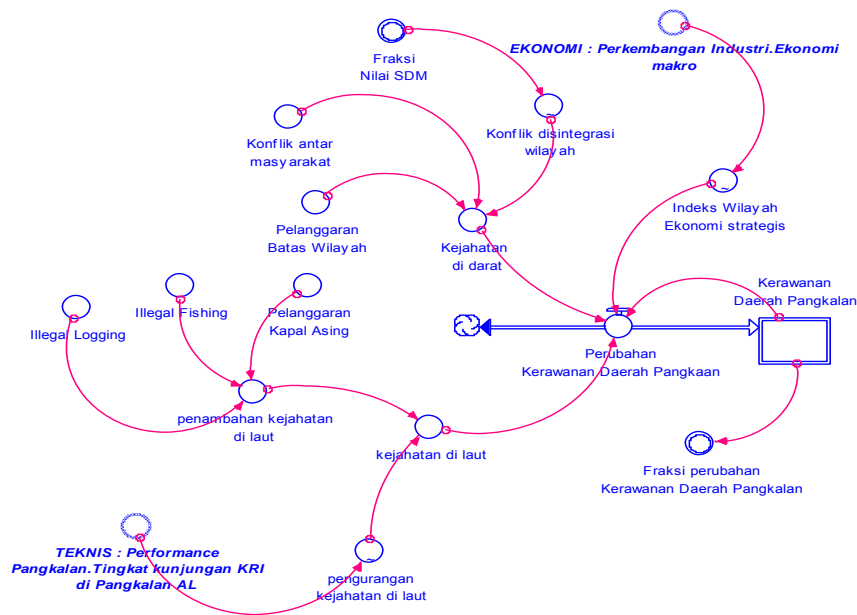
(0.00, 0.135), (0.1, 0.24), (0.2, 0.335), (0.3, 0.425), (0.4, 0.525), (0.5, 0.56), (0.6, 0.6), (0.7, 0.68), (0.8, 0.76), (0.9, 0.86), (1, 0.93) (Asumsi Dasar data Dishidros Disfaslanal 2015)

Infrastruktur__transportasi =

GRAPH(TEKNIS_:Performance__Pangkalan.Geo_teknis__pangkalan)

(0.00, 0.13), (0.1, 0.175), (0.2, 0.225), (0.3, 0.245), (0.4, 0.28), (0.5, 0.315), (0.6, 0.36), (0.7, 0.405), (0.8, 0.45), (0.9, 0.495), (1, 0.655) (Asumsi Dasar data Dishidros Disfaslanal 2015)

4.5.8.4. Formulasi Sub Model Aspek Politik



```
{ STELLA VERSION 9.1.3 }
{INITIALIZATION EQUATIONS}
```

```
Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan(t) = Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan(t - dt)
+ (Perubahan_Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkaan) * dt
```

```
INIT Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan = 4(Asumsi Dasar Kuisisioner Fuzzy MCDM dan
Puskodal 2015)
```

INFLOWS:

```
Perubahan_Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkaan =
```

```
((Kejahatan_di_laut+Kejahatan__di_darat+Indeks_Wilayah_Ekonomi_strategis)/3)-
Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan)
```

```
Fraksi_perubahan_Kerawanan_Daerah_Pangkalan = IF TIME=0 then 0.12 else
(Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan- History(Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan,
time-1))/Nilai_Kerawanan_Daerah_Pangkalan
```

```
Kejahatan_di_laut(t) = Kejahatan_di_laut(t - dt) +
(Perubahan__kejahatan_di_laut) * dt
```

```
INIT Kejahatan_di_laut = 4.5 (Asumsi Dasar Kuisisioner Fuzzy MCDM dan Puskodal)
```

INFLOWS:

```
Perubahan__kejahatan_di_laut =
```

```
(Kejahatan_di_laut+Illegal_Fishing+Illegal_Logging+Pelanggaran_Kapal_Asing)*Frak
si__kejahatan_di_laut
```

```
Illegal_Fishing = random(4, 6, 1) (Asumsi Dasar Kuisisioner Puskodal 2015)
```

```
Illegal_Logging = random(5, 7, 1) (Asumsi Dasar Kuisisioner Puskodal 2015)
```

```
Pelanggaran_Kapal_Asing = random(4, 5, 1) (Asumsi Dasar Kuisisioner Puskodal)
```

Fraksi_kejahatan_di_laut =

```
GRAPH(TEKNIS:_Performance__Pangkalan.Tingkat_kunjungan_KRI_di_Pangkalan_AL)
(0.00, 0.302), (0.1, 0.19), (0.2, 0.133), (0.3, 0.0875), (0.4, 0.06), (0.5,
0.0425), (0.6, 0.03), (0.7, 0.0125), (0.8, 0.01), (0.9, 0.005), (1, 0.0025)
(Asumsi Dasar Kuisisioner Puskodal 2015)
```

Kejahatan__di_darat =

```
(Konflik_disintegrasi__wilayah+Konflik_antar_masyarakat+Pelanggaran__Batas_Wilayah)/3
```

Konflik_disintegrasi__wilayah = GRAPH(Fraksi__Nilai_SDM)

```
(0.00, 0.97), (0.1, 0.75), (0.2, 0.62), (0.3, 0.515), (0.4, 0.43), (0.5, 0.355),
(0.6, 0.27), (0.7, 0.21), (0.8, 0.135), (0.9, 0.115), (1, 0.075)
```

```
Fraksi__Nilai_SDM = 0.04
```

```
Konflik_antar_masyarakat = random(4, 5, 1)
```

```
Pelanggaran__Batas_Wilayah = random(7, 8, 1)
```

(Asumsi Dasar Kuisisioner Fuzzy MCDM, Kemenhan dan Puskodal 2015)

Indeks_Wilayah_Ekonomi_strategis =

```
GRAPH(EKONOMI:_Perkembangan__Industri.Ekonomi__makro)
```

```
(0.00, 0.08), (0.1, 0.13), (0.2, 0.185), (0.3, 0.26), (0.4, 0.37), (0.5, 0.45),
(0.6, 0.495), (0.7, 0.525), (0.8, 0.575), (0.9, 0.655), (1, 0.995)
```

(Asumsi Dasar Kuisisioner Fuzzy MCDM, Kemenperindag dan Kemenhan 2015)

Formulasi Sustainability Naval Base tersebut dilakukan untuk mengukur dan menilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut hasil dari seleksi dalam model *Covering Technique* dan model *Fuzzy MCDM* yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu untuk mengukur Sustainability 4 Pangkalan Angkatan Laut yang meliputi : Sangatta, Kendari, Mataram dan Timika. Formulasi model disusun dengan menterjemahkan *stock flow diagram* dalam model matematis dengan asumsi dasar model dinamis dalam *assesment* variabel. Selanjutnya dioperasikan kedinamika-sisteman antar kurun waktu (*dt*) sebagai bentuk perkembangan dari masa ke masa.

Formulasi model disusun dengan menggunakan program *Stella I Think-(iSee System)* versi 9.1.3. Program ini dikembangkan oleh Macintosh 1984 dan berkembang hingga sekarang sebagai software *System Thinking*, dipilih karena *support* dengan *windows* dan mampu mensimulasikan perilaku dinamis dari sistem, identifikasi *causal loop diagram* yang *logic* serta penyusunan *equations* dan *unit* formulasi yang *support*.

4.6. Validasi Model dan Analisa Sensitivitas

Validasi model dilakukan dengan 2 (dua) validasi, yaitu validasi internal dan validasi eksternal. Validasi internal dilakukan dengan tujuan untuk menguji model secara internal dalam model, untuk mengetahui apakah model dapat *running* atau terdapat *error*, serta untuk membandingkan struktur model beserta perilakunya dengan struktur dan perilaku sistem pada keadaan sebenarnya, sehingga dalam hal ini, dapat diketahui bahwa model mampu mewakili sistem nyata. Sedangkan validasi eksternal dilakukan dengan jalan membandingkan hasil atau output model dengan data *real* pada sistem nyata.

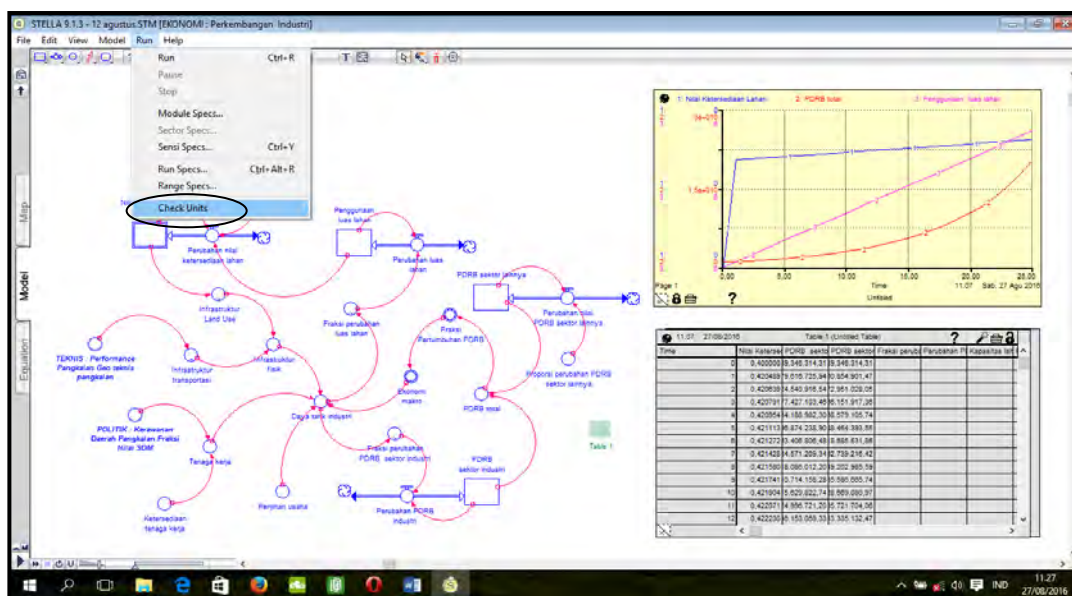
4.6.1. Validasi Internal Model

Validasi internal model merupakan tahap verifikasi dalam algoritma internal model, untuk memeriksa apakah ada *error* pada model dan meyakinkan bahwa model berfungsi sesuai dengan logika pada sistem nyata. Validasi internal model, meliputi: (1) Verifikasi Unit Satuan dan *Equation* Model (2) Uji Struktur Model, (3) Uji Kecukupan Batasan, (4) Uji Parameter Model, dan (5) Uji Kondisi Ekstrim.

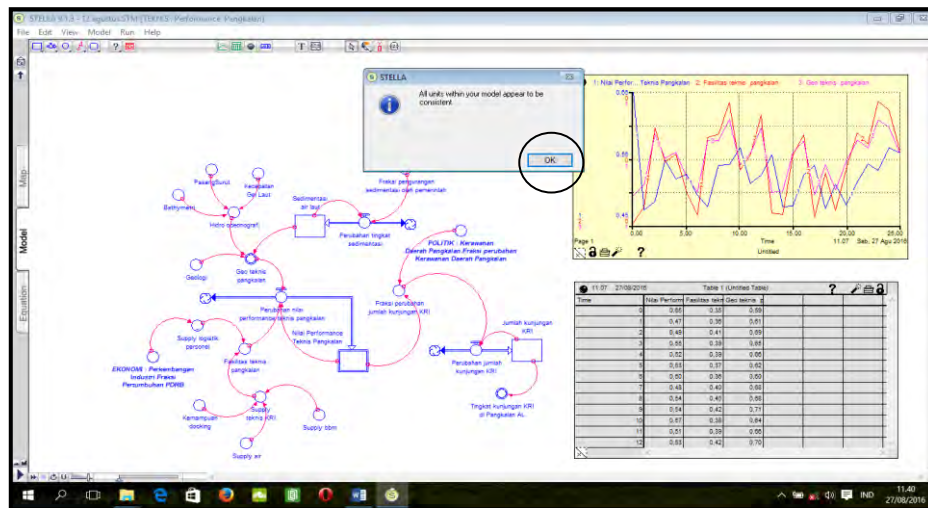
Berikut ini adalah analisa hasil validasi internal model.

(1) Verifikasi Unit Satuan & Equation Model

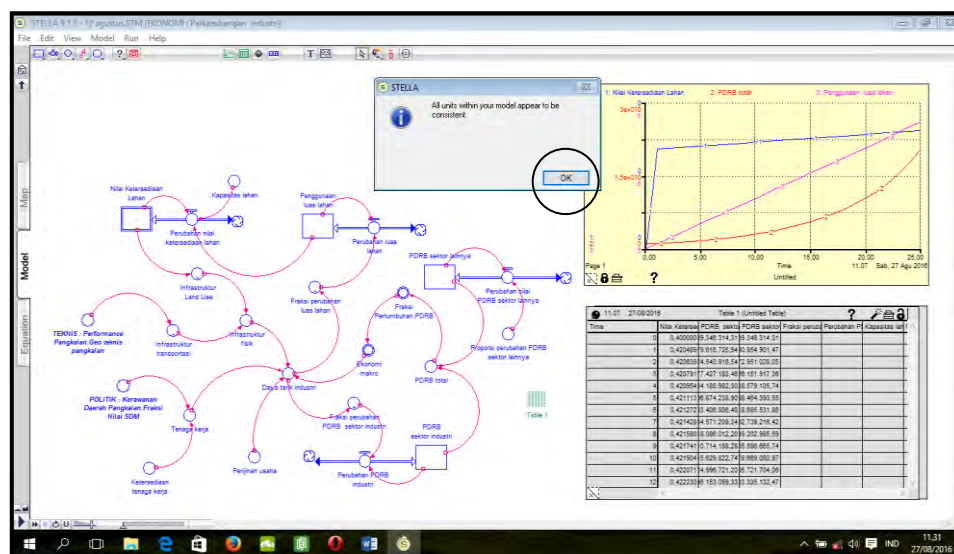
Pada tahap ini dilakukan verifikasi dengan memeriksa formulasi (*equations*) model dan memeriksa *unit* (satuan) variabel dari model. Jika tidak terdapat *error* pada model, maka dapat dikatakan model sudah terverifikasi / valid secara internal.



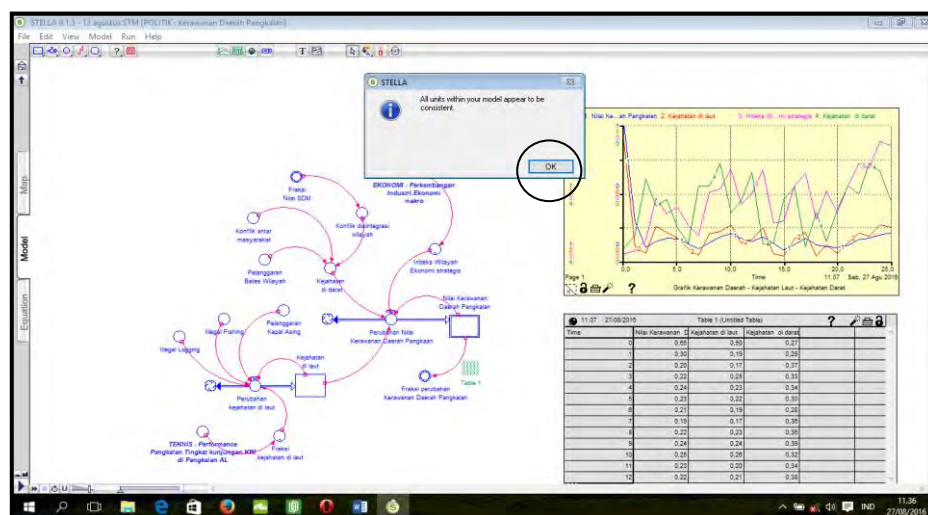
Gambar 4.21. Validasi Internal, Cek Unit Model



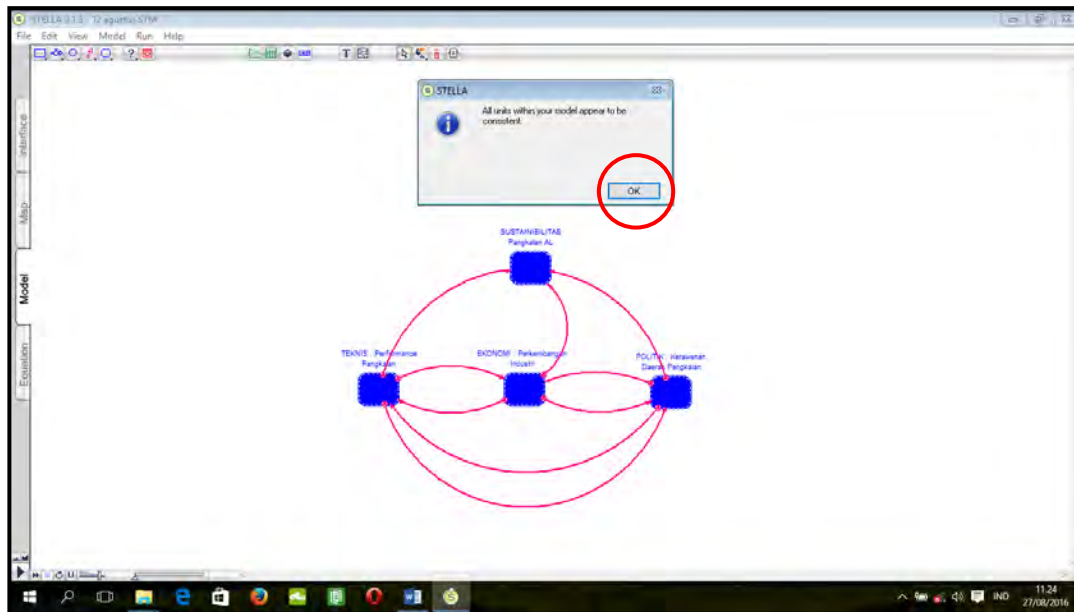
Gambar 4.22. Hasil Validasi Unit Model (OK) pada Sub Model Aspek Teknis



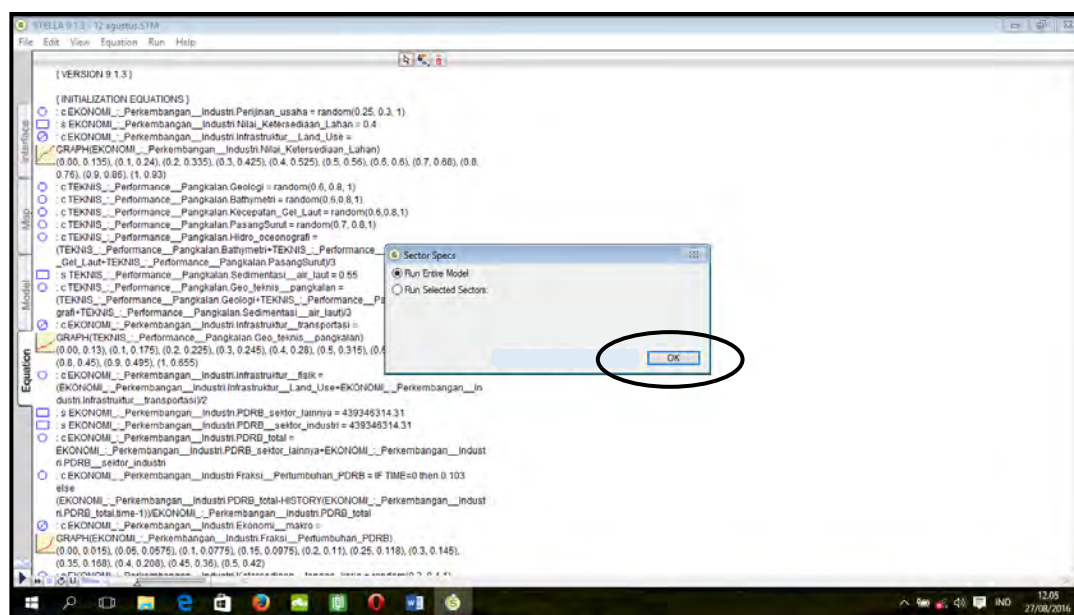
Gambar 4.23. Hasil Validasi Unit Model (OK) pada Sub Model Aspek Ekonomi



Gambar 4.24. Hasil Validasi Unit Model (OK) pada Sub Model Aspek Politik



Gambar 4.25. Hasil Validasi Unit Model (OK) pada Keseluruhan Model



Gambar 4.26. Verifikasi *Equations* Model

Berdasarkan Gambar 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25. dan. Gambar 4.26. yang merupakan validasi internal model berupa validasi *unit* model dan *equation* model yang dijalankan pada simulasi model, dimana program sudah berjalan dengan baik, tanpa terjadi *error* pada *unit* maupun formulasi (*equations*) dengan indikator OK pada model, jadi model dapat dikatakan valid dari aspek *unit* dan *equation*.

(2) Uji Struktur Model (*Structure Model Test*)

Tujuan dari uji struktur model adalah untuk melihat apakah struktur model sudah sesuai dengan sistem nyata. Setiap faktor penting dalam sistem nyata harus dapat direpresentasikan dalam model. Metode ini merupakan metode kualitatif yang paling tepat untuk merepresentasikan validitas model (Schreckengost, 1985). Pengujian struktur model pada penelitian ini dilakukan dengan melibatkan beberapa ahli yang mengenal konsep maupun kondisi faktual dari sistem sustanibilitas pangkalan Angkatan Laut. Pembuat model melakukan brainstorming dan proses diskusi melalui *in-depth interview* mengenai model sistem amatan dengan pihak ahli yang mengetahui sistem tersebut sebagai evaluator untuk melakukan validasi struktur model. Pada Tabel 4.29. dalam hal ini ahli yang dimaksud adalah : Staf Ahli Koarmatim, Staf Ahli Asisten Operasi Danlantamal, Staf Ahli Dishidros dan Staf Ahli Kementerian Pertahanan. Model sistem *Sustanibilitas Pangkalan AL* yang telah dibuat dengan fomulasi dan unitnya sudah diterima oleh *evaluator*, maka model sudah valid secara kualittatif. Berikut ini adalah Tabel 4.29 yang menampilkan secara grafis *structural model evaluation* yang merupakan hasil dari Uji Struktur model dan uji kecukupan batasan model

Tabel 4.29. Hasil *In-Depth Interview* dengan *Expert*

<i>Structural Model Test</i>	<i>Evaluator/Expert</i>	<i>Approv of (struktur model & kecukupan variabel)</i>
	Staf Ahli Kemenhan	√ (ok)
	Staf Ahli Koarmatim	√ (ok)
	Staf Ahli Pushidros	√ (ok)
	Staf Ahli Dispotmar	√ (ok)
	Ass Operasi Lantamal	√ (ok)
	Ass Perenc Lantamal	√ (ok)
	Ass Logistik Lantamal	√ (ok)

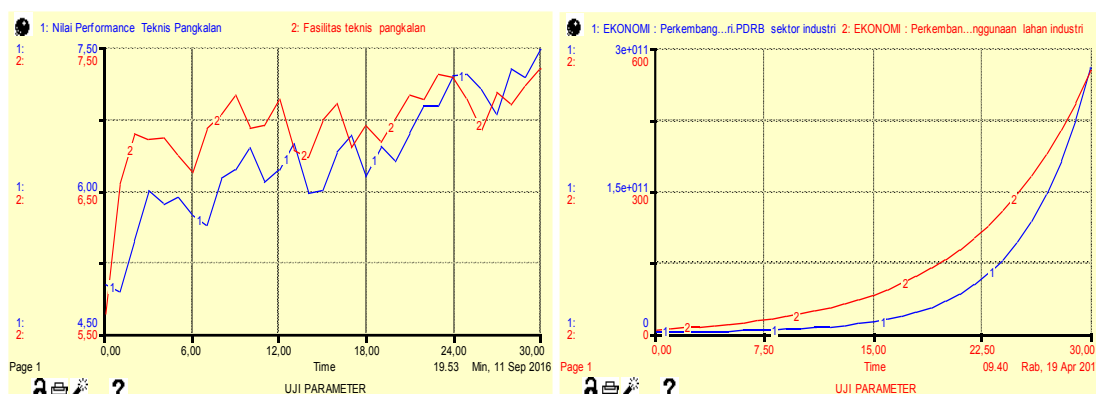
(Ket : Daftar pertanyaan dan bahan diskusi *In-Depth Interview*, kepada evaluator ada pada Lampiran Disertasi ini)

(3) Uji Kecukupan Batasan (*Boundary Adequacy Test*)

Batasan model harus sesuai dengan tujuan model yang dirancang. Tujuan pembuatan model dalam penelitian ini adalah untuk melihat seberapa besar dampak dan dinamika sistem pada aspek teknis, ekonomi dan politik yang mempengaruhi Sistem Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut serta skenario kebijakan selanjutnya terhadap aspek-aspek tersebut. Langkah pembatasan model sudah dilakukan saat model dibuat (dalam bentuk identifikasi variabel), yaitu dengan menguji variabel-variabel yang sudah dimasukkan dalam model. Dalam hal ini jika suatu variabel ternyata tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tujuan model, maka variabel tersebut tidak perlu dimasukkan dalam model. Pada Tabel 4.29. Uji kecukupan batasan ini dilakukan bersamaan dengan Uji Struktur Model yang melibatkan pendapat para expert dan evaluator yang telah disebutkan sebelumnya.

(4) Uji Parameter Model (*Model Parameter Test*)

Uji parameter model dilakukan dengan melihat dua variabel yang saling berhubungan, serta membandingkan hasil logika aktual dengan hasil simulasi. Pada model ini, digunakan variabel fasilitas teknis pangkalan dan nilai performance pangkalan pada sub model aspek teknis, variabel nilai PDRB dan penggunaan lahan pangkalan pada sub model aspek ekonomi, variabel kejahatan laut dan kerawanan daerah pada sub aspek politik. Variabel-variabel tersebut memiliki hubungan *causal loop* baik positif (berbanding lurus) maupun negatif (berbanding terbalik). Logika ini kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi pada Gambar 4.27.



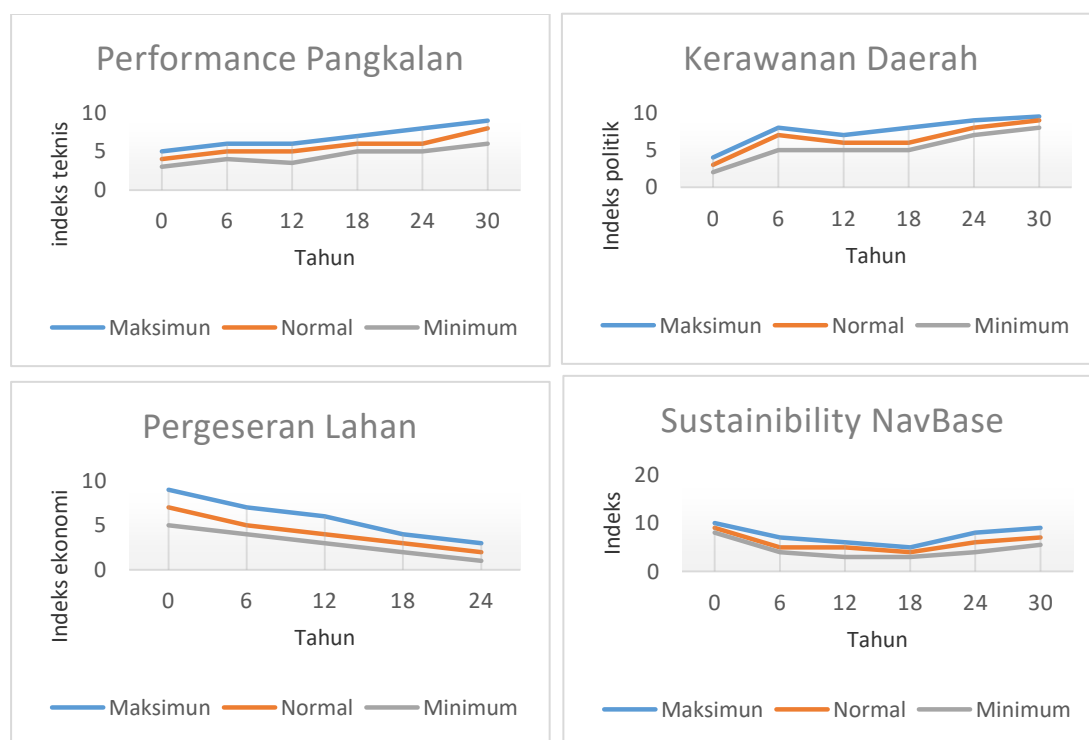
Gambar 4.27. Uji Parameter Model

Berdasarkan gambar 4.27 dapat diketahui bahwa parameter simulasi model sudah berjalan sesuai dengan logika aktual, yaitu pada sub model aspek teknis, ketika

fasilitas teknis Pangkalan Angkatan Laut meningkat maka nilai Performance Pangkalan juga akan meningkat, sehingga meningkatkan nilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut, begitu juga sebaliknya. Pada sub model aspek ekonomi ketika nilai PDRB sektor industri maritim meningkat maka akan meningkatkan pula penggunaan lahan di sekitar pangkalan. Pada sub model politik, dapat dilihat bahwa ketika jumlah kejahatan laut meningkat maka nilai kerawanan daerah sekitar Pangkalan AL juga akan meningkat sehingga mengakibatkan jumlah kehadiran KRI meningkat yang artinya Sustainability Pangkalan juga akan meningkat. Uji parameter model ini dilakukan pada setiap variabel yang berhubungan pada satu sub model maupun pada lintas sub model. Hasil yang dicapai pada uji parameter model ini adalah pemodelan / simulasi model sudah berjalan sesuai logika aktual.

(5) Uji Kondisi Ekstrim (*Extreme Condition Test*)

Uji kondisi ekstrim bertujuan untuk menguji kemampuan model pada kondisi ekstrim nilai variabel yang berubah signifikan sehingga memberikan kontribusi sebagai alat evaluasi kebijakan. Pengujian ini dapat dilakukan dengan memasukkan nilai ekstrim terbesar dan terkecil. Pada pengujian ini digunakan variabel dengan nilai normal, nilai ekstrim besar dan nilai ekstrim kecil.



Gambar 4.28. Uji Kondisi Ekstrim

Pada Gambar 4.28. hasil simulasi pemodelan saat dimasukkan nilai ekstrim besar dan kecil, nilai output pada tiap tiap submodel masih menunjukkan pola yang sama ketika nilai input diubah. Dalam hal ini performance pangkalan ditentukan oleh perubahan fasilitas teknis pangkalan dan geoteknis pangkalan, kerawanan daerah pangkalan ditentukan oleh perubahan fraksi kejahatan laut dan kejahatan darat, sedangkan pergeseran lahan pangkalan dipengaruhi oleh kondisi perkembangan ekonomi industri maritim. Dalam aspek *Sustainability Naval Base* ditentukan oleh ketiga faktor sebelumnya yaitu : performance pangkalan, kerawanan daerah dan pergeseran lahan akibat faktor industri maritim. Dengan kondisi ekstrim tersebut di atas model masih berfungsi sesuai dengan logika tujuan yang ingin dicapai sehingga model dikatakan valid.

4.6.2. Validasi Eksternal Model.

Validasi eksternal model merupakan tahap verifikasi dalam model, untuk membandingkan data hasil pemodelan dengan data pada kondisi real pada kurun waktu tertentu dan meyakinkan bahwa model berfungsi sesuai dengan logika pada sistem nyata. Validasi eksternal model dilakukan dengan uji replika model

(1) Uji Replika Model

Secara kuantitatif, validasi model dilakukan dengan metode Variansi *Mean Error (E)*; (Barlast, 1986). Metode (*E*) ini dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai pada data aktual dengan rata-rata nilai pada data hasil simulasi untuk menemukan rata-rata *error* yang terjadi dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$E = |(S - A) / A|$$

dengan :

A = Data aktual

S = Data hasil simulasi

E = Variansi error antara data aktual dan data simulasi

Dimana jika $E < 0,1$ maka model Valid

Model *system dynamic* dari Sustainability Pangkalan Angkatan Laut disimulasikan untuk kurun waktu 15 dan 30 tahun. Untuk validasi replika model, digunakan data simulasi mengenai pergeseran lahan pangkalan untuk industri maritim, jumlah kejahatan laut dan besaran PDRB sektor maritim, yang kemudian data

simulasinya dibandingkan dengan data aktual selama lima tahun dari sistem nyata, seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.30 berikut :

Tabel 4.30. Perhitungan Error antara Data Aktual dan Simulasi

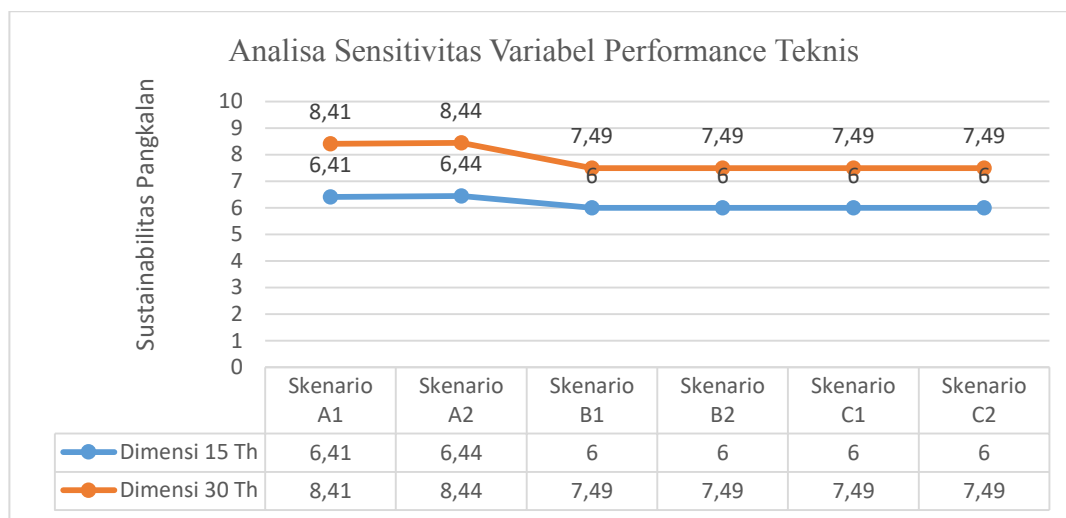
Tahun	Ketersediaan Lahan Pangkalan (Ha)		Error
	Simulasi	Aktual	
2011	50	51	0,0196
2012	44	48	0,0833
2013	43	45	0,0444
2014	43	44	0,0227
2015	42	43	0,0232
Rata-rata Error			0,0386
Tahun	Kejahatan Laut (Kejadian)		Error
	Simulasi	Aktual	
2011	45	48	0,0625
2012	76	79	0,0379
2013	78	81	0,0370
2014	82	86	0,0465
2015	84	89	0,0561
Rata-rata Error			0,0480
Tahun	PDRB sektor industri (milyar)		Error
	Simulasi	Aktual	
2011	439	445	0,0134
2012	544	552	0,0144
2013	675	682	0,0102
2014	837	845	0,0094
2015	1038	1049	0,0104
Rata-rata Error			0,0116

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.30, nilai rata-rata *error* (E) adalah 0.0386 untuk variabel pergeseran lahan pangkalan, 0.0480 untuk variabel kejahatan di laut dan 0.0116 untuk variabel PDRB sektor industri, dimana semua nilai error ketiga variabel tersebut lebih kecil dari 0.1. Oleh karena itu, model dikatakan valid secara kuantitatif. Sehubungan dengan tujuan penelitian, pengujian ini untuk mendukung validitas pergeseran lahan pangkalan dan aspek kerawanan daerah (kejahatan laut dan kehadiran KRI) dalam sustanibilitas Pangkalan Angkatan Laut yang menjadi output dari penelitian ini, sehingga model dikatakan valid secara kuantitatif dengan uji metode variansi *Mean Error (E)*.

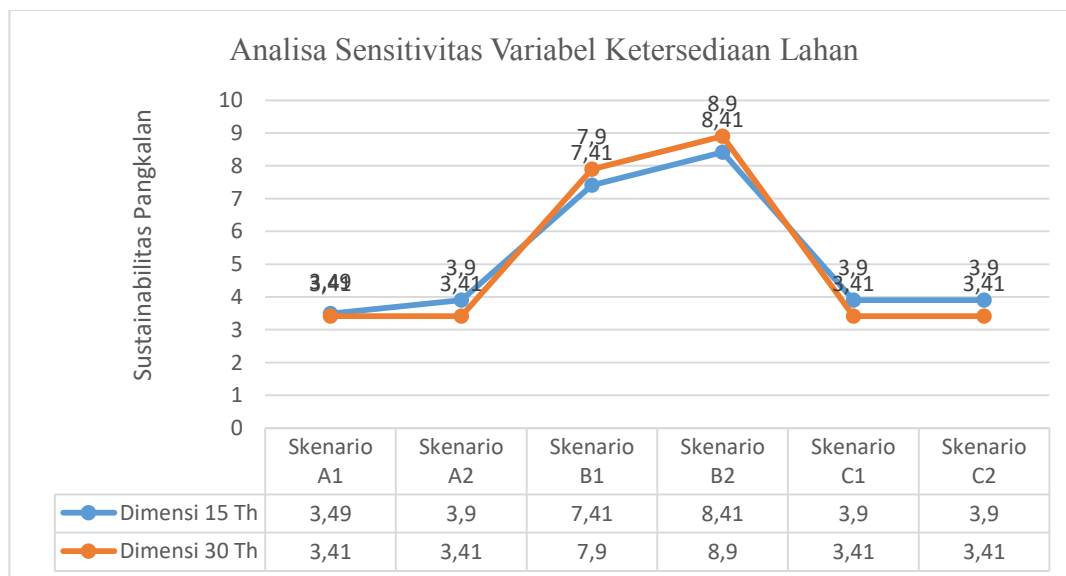
4.6.3. Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas diperlukan untuk mencari dan menentukan variabel apa yang paling berpengaruh signifikan terhadap hasil pemodelan.

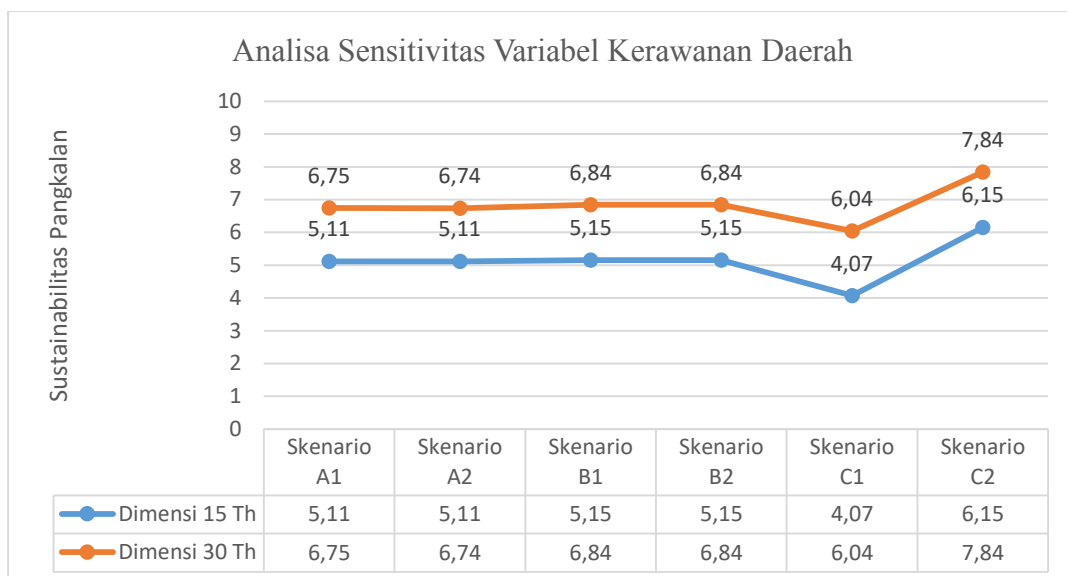
Berdasarkan simulasi pada model yang telah dilakukan, maka didapat pola hasil simulasi dari tiga variabel kunci. Agar lebih mudah memahami untuk mengetahui variabel mana yang mempunyai kontribusi secara signifikan terhadap 3 (tiga) aspek Sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut, maka dibuat klasifikasi sebanyak tiga klasifikasi berdasarkan tiga aspek yaitu : Aspek Teknis dengan variabel kunci performance pangkalan (skenario A), Aspek Ekonomi dengan variabel kunci ketersediaan lahan pangkalan (skenario B), dan Aspek Politik dengan variabel kerawanan daerah pangkalan (skenario C). Berikut ini grafik pada Gambar 4.29, Gambar 4.30 dan Gambar 4.31 yang menunjukkan sensitivitas 3 (tiga) variabel kunci terhadap ketiga aspek yang dimaksud.



Gambar 4.29. Analisa Sensitivitas Aspek Teknis: Performance Pangkalan



Gambar 4.30. Analisa Sensitivitas Aspek Ekonomi : Ketersediaan Lahan Pangkalan



Gambar 4.31. Analisa Sensitivitas Aspek Politik : Kerawanan Daerah Pangkalan

Pada Gambar 4.29. Analisa sensitivitas pada aspek teknis ; variabel performance pangkalan memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap kenaikan sustainabilitas pangkalan, terbukti dengan adanya pergerakan kenaikan grafik sustainabilitas pangkalan yang naik dari skor 7,49 menjadi skor 8,41. Selanjutnya pada Gambar 4.30. Analisa sensitivitas pada aspek ekonomi ; variabel ketersediaan lahan pangkalan memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap kenaikan sustainabilitas pangkalan, terbukti dengan adanya pergerakan kenaikan grafik sustainabilitas pangkalan yang naik drastis dari skor 3,41 menjadi skor 8,41. Pada Gambar 4.31. Analisa sensitivitas pada aspek politik ; variabel kerawanan daerah pangkalan memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap kenaikan sustainabilitas pangkalan, terbukti dengan adanya pergerakan kenaikan grafik sustainabilitas pangkalan yang naik dari skor 6,75 menjadi skor 7,84.

Dari hasil analisa grafik pada Gambar 4.29, Gambar 4.30 dan Gambar 4.31. tentang analisa sensitivitas pemodelan, maka didapatkan variabel kunci yang sangat berpengaruh signifikan terhadap sustainabilitas pangkalan atau *naval base* adalah (1) variabel ketersediaan lahan pangkalan, selanjutnya (2) variabel kerawanan daerah pangkalan dan yang terakhir adalah (3) variabel performance teknis pangkalan. Ketiga variabel kunci tersebut dapat dijadikan sebagai dasar untuk penentuan skenario kebijakan stakeholder.

BAB V

PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL PEMODELAN

5.1 Dimensi dan Skor Pengukuran Sustainability Pangkalan

Berdasarkan pemodelan dan perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, yaitu dengan model *covering technique* dan *fuzzy MCDM* didapatkan 4 (empat) kandidat lokasi Pangkalan Angkatan Laut yang paling *feasible* untuk dikembangkan menjadi Pangkalan utama, yaitu : Sangatta, Kendari, Mataram dan Timika, yang kemudian dilakukan simulasi pengukuran nilai sustainability dengan model *system dynamic* yang telah dibangun. Nilai dasar variabel *system dynamic* dari 4 (empat) pangkalan tersebut diambil dari nilai model *Fuzzy MCDM* yang telah disusun berdasarkan referensi-referensi atau data sekunder dan *quizioner expert judgement* dan amatan di lapangan yang merupakan data primer penelitian disertasi ini. Variabel-variabel *system dynamic* ini merupakan variabel inputan sebagai asumsi dasar model sustainability Pangkalan. Model pengukuran Sustainability Pangkalan dan simulasi kebijakan berkaitan dengan; dimensi pengukuran, penentuan bobot, penentuan skor (peringkat), dan simulasi kebijakan.

5.1.1 Dimensi Pengukuran

Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut meliputi 3 dimensi, yaitu (1) dimensi aspek, (2) dimensi wilayah/spasial, dan (3) dimensi waktu.

(1) Dimensi aspek. Adalah pengukuran Sustainability Pangkalan melalui pengukuran Sustainability masing-masing aspek (teknis, ekonomi dan politik), kemudian diintegrasikan menjadi Sustainability Pangkalan Angkatan Laut. Berdasarkan dimensi ini Sustainability Pangkalan Angkatan Laut adalah resultante dan agregasi menyeluruh dari Sustainability masing-masing aspek. Setiap aspek dirinci menjadi beberapa sub aspek, sub aspek dirinci menjadi beberapa variabel, dan variabel dirinci lagi menjadi beberapa indikator. Secara umum dinamika dari setiap variabel diukur dengan melihat dua indikator penting, yaitu (a) indikator kebijakan dan (b) indikator kinerja. Oleh karena itu dalam setiap variabel selalu ada indikator kebijakan dan indikator-indikator kinerja yang merupakan implikasi dari kebijakan tersebut. Setiap indikator dinilai berdasarkan parameter yang terukur.

(2) Dimensi wilayah/spasial. Adalah pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut melalui pengukuran Sustainability pada masing-masing wilayah Pangkalan yang berada dalam lingkup nasional atau negara yang telah terpilih (Sangatta, Kendari, Mataram dan Timika). Sustainability Pangkalan Angkatan Laut adalah resultante menyeluruh dari aspek-aspek teknis, ekonomi dan politik/kerawanan daerah pada masing-masing wilayah yang dinilai.

(3) Dimensi waktu. Pengukuran melalui pendekatan ini bermakna bahwa kondisi Sustainability Pangkalan Angkatan Laut sangat tergantung pada waktu pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut tersebut dilakukan. Oleh karena itu pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut perlu dilakukan secara periodik dalam rangka mengetahui posisi Sustainability Pangkalan AL pada saat itu dan kecenderungannya. Dalam penelitian disertasi ini dimensi waktu ditentukan pada kurun waktu 15 dan 30 tahun dengan pertimbangan kesesuaian model dengan konsep *world class navy* dan *blue water navy* sesuai buku Postur TNI AL.

5.1.2 Penentuan Bobot

Setiap indikator, variabel, dan aspek diberi bobot sesuai dengan kontribusi masing masing terhadap Sustainability Pangkalan. Bobot indikator ditentukan sesuai dengan besarnya kontribusi indikator tersebut terhadap Sustainability suatu variabel. Bobot variabel ditentukan sesuai dengan kontribusi variabel tersebut terhadap Sustainability suatu aspek. Demikian juga bobot aspek ditentukan sesuai dengan kontribusi aspek tersebut terhadap Sustainability Pangkalan. Bobot pada masing-masing wilayah dapat berbeda tetapi dapat juga sama dengan bobot pada tingkat nasional tergantung dari karakteristik indikator, variabel atau aspek pada masing-masing wilayah. Ada tiga metode yang digunakan untuk menentukan bobot aspek, variabel, maupun indikator. Pertama, metode ranking atau skala prioritas (dhi. *Fuzzy MCDM*), kedua, metode *expert judgment* (penilaian pakar), dan ketiga metode kombinasi (Pidd, 2003; Robert, dkk, 1989).

5.1.3 Penentuan Skor (Peringkat)

Setiap indikator dinilai dan diberi skor (peringkat), yaitu: (1) Sangat Rendah, (2) Rendah, (3) Sedang, (4) Tinggi dan (5) Sangat Tinggi dengan menggunakan parameter terukur. Peringkat Sustainability pada level variabel, aspek, dan

agregasinya dilakukan dengan perhitungan model *fuzzy MCDM* sehingga diperoleh konversi indeks dan simbol warna seperti terlihat pada Tabel 5.1. berikut ini

Tabel 5.1. Indeks Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Sustainability	Konversi Indeks	Simbol Warna	Makna Strategis
Sangat Rendah	1.00 – 2.99	Merah	<i>Alert</i>
Rendah	3.00 – 4.99	Kuning	<i>Warning</i>
Sedang	5.00 – 6.99	Hijau	<i>Moderate</i>
Tinggi	7.00 – 8.99	Biru	<i>Sustainable</i>
Sangat Tinggi	9.00 – 10.00	Ungu	<i>Established</i>

Sumber : Analisa Penulis berdasarkan model *Fuzzy MCDM*

Langkah selanjutnya pada tahap ini adalah melakukan pengukuran dan analisa terhadap nilai Sustainability 4 (empat) Pangkalan tersebut berdasarkan model *system dynamic Sustainability naval base* yang telah disusun sebelumnya.

5.2 Analisa dan Penilaian Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

5.2.1 Penilaian Sub Model Aspek Teknis / Performance Pangkalan

Penilaian pada sub model aspek teknis ini dilakukan dengan melaksanakan simulasi program atau *running* pada sub model yang telah disusun. Simulasi penilaian ini dilakukan dengan tujuan untuk menilai aspek teknis dari 4 (empat) *naval base* hasil seleksi *covering technique* dan model *fuzzy MCDM* yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu Sangatta (NB1), Kendari (NB2), Mataram (NB3) dan Timika (NB4). *Simulasi model* dilakukan dengan menggunakan software *STELLA iseeSystem*, untuk kurun waktu 15 dan 30 tahun yang dimulai pada tahun 2015 hingga tahun 2030 dan 2045.

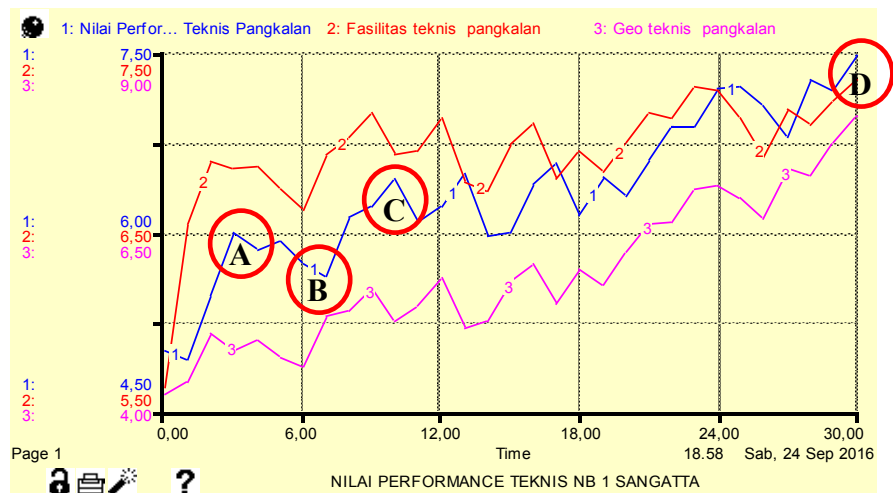
Berikut ini adalah Tabel 5.2. Skor asumsi dasar dalam penilaian aspek teknis untuk keempat *naval base* tersebut. Data-data awal sebagai asumsi dasar model dinamis diperoleh berdasarkan Kuisisioner *Fuzzy MCDM* dan berdasarkan data beberapa literatur pendukung, seperti data Balai Pusat Statistik 2016 dan Kemenperindag, data teknis pangkalan di Dishidros dan Puskodal. Skor asumsi dasar digunakan sebagai nilai awal dalam inputan sistem yang pada akhirnya akan terus berubah seiring perubahan pada aspek dinamika sistem dalam variabel-variabel teknis Pangkalan Angkatan Laut.

Tabel 5.2. Skor Dasar Aspek Teknis Naval Base.

Skor Dasar Aspek Teknis Naval Base					
No	Variabel	NB 1	NB 2	NB 3	NB 4
I	Aspek Teknis Performance NavBase				
1	Fas Teknis	5	4	4	5
2	Suplai logistik BBM	8-9	8-9	7-8	8-9
3	Suplai logistik personel	Graph	Graph	Graph	Graph
4	Docking	7-8	6-7	6-7	7-8
5	Geoteknis	6-8	5-6	5-6	8-9
6	Hidro-Oseanografi	4-5	3-4	3-4	5-6
7	Pasang-surut	2-3	3-4	2-3	3-4
8	Bathymetri	4-5	4-5	4-5	6-7
9	Kecepatan Gelombang Laut	2-3	3-4	2-3	5-6
10	Geologi	6-8	5-6	5-6	8-9
11	Sedimentasi	4	4	3.5	4
12	Infrastruktur Transportasi	7-8	6-7	7-8	7-8
13	Kehadiran KRI	10	10	10	10

Sumber : Kuisoner Fuzzy MCDM *sustainability naval base*

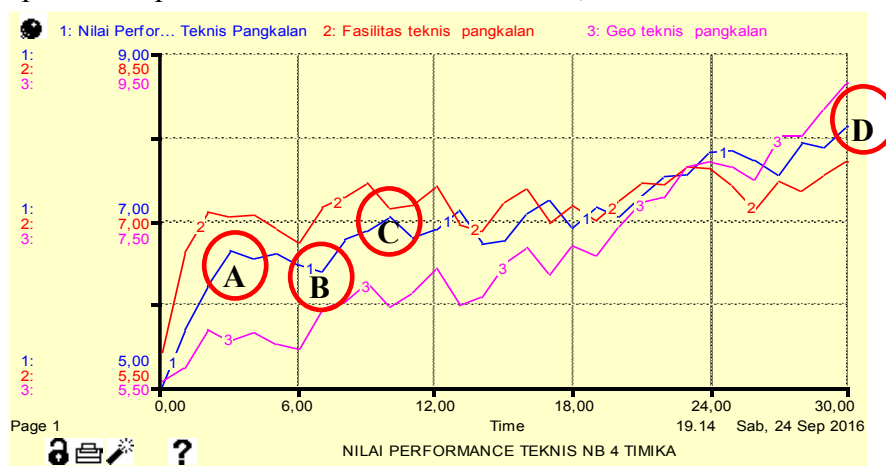
Berdasarkan simulasi model *sustainability naval base* pada aspek teknis didapatkan nilai performance teknis untuk Naval Base sebagai contoh NB1 Sangatta dan NB4 Timika kurun waktu sampai 30 tahun sesuai Gambar 5.1. dan 5.2.berikut:



Gambar 5.1 Performance Teknis NB 1 Sangatta (Time 30 th : Nilai Perform 7,49)

Pada Gambar 5.1. Sumbu X adalah waktu yang disimulasikan selama 30 tahun (dimulai 0 th : 2015 hingga 30 th : 2045). Sumbu Y adalah nilai performance teknis

pangkalan (biru), nilai fasilitas teknis pangkalan (merah) dan nilai geoteknis pangkalan (ungu). Pada Gambar 5.1. ditunjukkan bahwa grafik nilai performance teknis pangkalan dipengaruhi oleh dua parameter yaitu fasilitas pangkalan dan geoteknis pangkalan. Pada grafik dapat dilihat **kondisi A** ; menunjukkan bahwa 3 tahun pertama terjadi kenaikan nilai performance teknis yang cukup signifikan hingga mencapai skor performance teknis 6,00 (*moderate*), hal ini disebabkan kebijakan *stakeholder* yang berkeinginan segera meningkatkan performance teknis Pangkalan lebih awal dengan meningkatkan kondisi parameter fasilitas teknis pangkalan dan parameter geoteknis pangkalan pada tingkat *moderate*. Selanjutnya, terjadi penurunan grafik pada **kondisi B** ; yaitu pada tahun ke 7, kondisi saat terjadi penurunan performance teknis pangkalan hingga level 5,75 (rendah) sebagai akibat kebijakan tidak ada pembangunan pada parameter fasilitas teknis dan geoteknis pangkalan, karena pembangunan sudah tercapai pada 3 tahun pertama. Karena kondisi performance sudah mulai menurun lagi maka *stakeholder* berusaha meningkatkan lagi kondisi performance pangkalan hingga **kondisi C** ; yaitu pada tahun ke 10, kondisi dimana terjadi kenaikan performance teknis pangkalan sebagai akibat dari kebijakan revitalisasi pada parameter teknis pangkalan yang lebih meningkat, dengan skor performance teknis 6.50 (*moderate*). Selanjutnya grafik performance berjalan fluktuatif dan meningkat terus hingga tercapai **kondisi D** yaitu akhir tahun ke 30 dengan capaian skor sustainabilitas sebesar 7,49 (*tinggi*). Analisa yang sama dapat dilakukan pada nilai performance teknis NB 4 Timika, sesuai Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Performance Teknis NB 4 Timika (30 th : 8,13)

Analisa selanjutnya pada Gambar 5.2. Performance Teknis NB 4 Timika, ditunjukkan bahwa terjadi perbedaan kemiringan grafik atau gradien (m) pada grafik

yang dibentuk oleh performance teknis NB1 Sangatta dengan grafik performance teknis Timika. Gradien grafik merupakan perbandingan antara sumbu Y (performance teknis pangkalan) dan sumbu X (lamanya waktu dalam tahun) yang merupakan indikator terjadinya kenaikan nilai performance teknis pangkalan tiap tahunnya (m).

Selanjutnya dari grafik hasil simulasi sesuai Gambar 5.1 dan 5.2, dapat dianalisa akhir bahwa nilai performance teknis Pangkalan AL sangat dipengaruhi oleh kenaikan parameter fasilitas teknis dan parameter geoteknis pangkalan, semakin tinggi nilai kedua paramater tersebut maka semakin tinggi pula nilai performance teknis pangkalan. Hubungan ketiganya merupakan hubungan dinamika sistem antar sub-sub parameter yang saling berinteraksi dan terjadi *feedback* diantara parameter tersebut.

Berdasarkan grafik di atas, maka Skor Aspek Teknis Performance naval base untuk NB 1 Sangatta (30 th : 7,49 ; kenaikan performance rata pertahun (m) : 0,25)

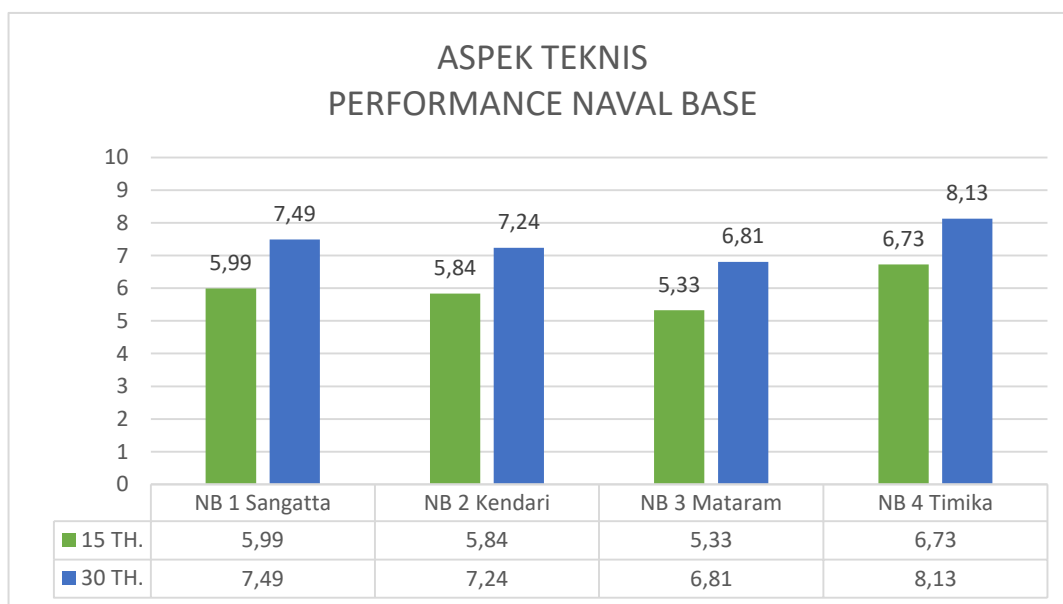
NB 2 Kendari (30 th : 7,24 ; kenaikan performance rata pertahun (m) : 0,24)

NB 3 Mataram (30 th : 6,81 ; kenaikan performance rata pertahun (m) : 0,23)

NB 4 Timika (30 th : 8,13 ; kenaikan performance rata pertahun (m) : 0,27)

Nilai Performance teknis Naval Base yang tertinggi ditunjukkan oleh NB 4 Timika dengan 8,13 (tinggi-*sustainable*) dan Sangatta 7,49 (tinggi- *sustainable*). Hasil ini merupakan *output* dinamika sistem yang terjadi pada variabel dan sub-sub variabel dalam sistem aspek teknis performance naval base.

Hasil secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 5.3 berikut :



Gambar 5.3 Skor Aspek Teknis Naval Base

5.2.2. Penilaian Sub Model Aspek Ekonomi / Pergeseran Lahan

Berikut ini adalah Tabel 5.3. Asumsi dasar dalam penilaian aspek ekonomi untuk naval base. Data-data awal sebagai asumsi dasar model dinamis diperoleh berdasarkan Kuisioner Fuzzy MCDM dan berdasarkan data beberapa literatur pendukung, seperti data Balai Pusat Statistik 2016 dan Kemenperindag, Dishidros serta data dari Puskodal. Skor asumsi dasar digunakan sebagai nilai awal dalam inputan sistem yang pada akhirnya akan terus berubah seiring perubahan pada aspek dinamika sistem dalam variabel-variabel ekonomi Pangkalan Angkatan Laut.

Tabel 5.3. Skor Asumsi Dasar Aspek Ekonomi Naval Base.

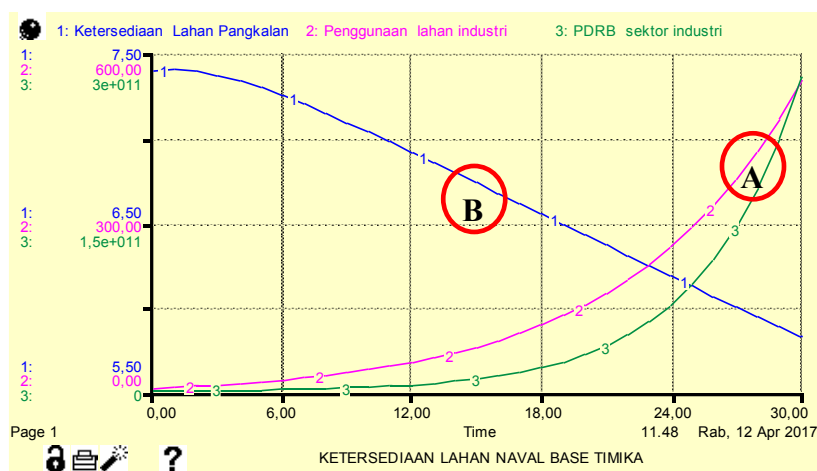
Skor Dasar Aspek Ekonomi Naval Base					
No	Variabel	NB 1	NB 2	NB 3	NB 4
II	Aspek Ekonomi Ketersediaan Lahan				
1	PDRB Sektor Industri Maritim	439.346.314.31	520.457.423.42	389.367.319.42	728.356.328.25
2	PDRB Sektor Lainnya	419.648.313.27	548.235.203.21	414.746.216.56	328.235.203.20
3	Daya Tarik Industri	6-8	6-7	5-7	8-9
4	Infrastruktur	7-8	6-7	5-6	7-8
5	Tenaga Kerja	7-8	6-7	5-6	7-8
6	Ekonomi Makro	Graph	Graph	Graph	Graph
7	Penggunaan Lahan	Graph	Graph	Graph	Graph
8	Kapasitas Lahan	22.08	19.05	15.75	25.66
9	Perijinan Usaha	6-8	5-7	5-6	7-8

Sumber : Kuisioner Fuzzy MCDM, BPS, Kemenperindag

Berdasarkan hasil simulasi model *sustanibility naval base* pada aspek ekonomi didapatkan nilai aspek ekonomi untuk ketersediaan lahan naval base sebagai contoh NB1 Sangatta dan NB4 Timika untuk kurun waktu hingga 30 th sesuai Gambar 5.4. dan Gambar 5.5. berikut :



Gambar 5.4 Grafik Ketersediaan Lahan Naval Base 1 Sangatta (30 th : 3,41)



Gambar 5.5 Grafik Ketersediaan Lahan Naval Base 4 Timika (30 th : 5,28)

Dari grafik sesuai Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 sebagai contoh ketersediaan lahan Pangkalan Sangatta dan Timika, dapat dianalisa bahwa pada aspek ekonomi dalam hal ini penggunaan lahan industri sangat dipengaruhi oleh kondisi besarnya PDRB sektor industri maritim. Pada grafik 2 dan 3 terjadi pola kenaikan yang sama untuk kedua daerah tersebut, **kondisi A** ; artinya kenaikan penggunaan lahan industri (grafik 2) dipengaruhi oleh kenaikan PDRB wilayah tersebut (grafik 3), hal ini sangat relevan mengingat fenomena yang terjadi dalam sistem amatan, semakin tinggi nilai PDRB wilayah bidang maritim maka semakin tinggi pula penggunaan lahan untuk industri maritim.

Fenomena lain yang dapat dianalisa adalah **kondisi B** ; adanya hubungan berlawanan yang terjadi antara pergerakan grafik 2 dan 3 terhadap grafik 1 (ketersediaan lahan pangkalan), semakin tinggi PDRB wilayah dan semakin tinggi penggunaan lahan industri untuk maritim maka semakin berkurang pula ketersediaan

lahan Pangkalan Angkatan Laut. Hal ini sangat relevan mengingat fenomena yang terjadi dalam sistem amatan, semakin tinggi nilai PDRB wilayah bidang maritim dan penggunaan lahan industri maka semakin menurun pula ketersediaan lahan Pangkalan Angkatan Laut. Hubungan ketiga variabel tersebut merupakan hubungan dinamika sistem antar sub-sub variabel ekonomi industri maritim, penggunaan lahan industri dan ketersediaan lahan pangkalan seperti ditunjukkan pada Tabel 5.3 yang digambarkan dalam model *causal loop* dan *stock flow diagram*, dimana semua variabel dan sub-sub variabel tersebut diukur berdasarkan dinamika sistem aspek ekonomi yang menilai ketersediaan lahan naval base/pangkalan yang terjadi selama dimensi waktu hingga 15 dan 30 tahun.

Berdasarkan grafik di atas, maka nilai **Aspek Ekonomi** ketersediaan lahan naval base adalah sebagai berikut :

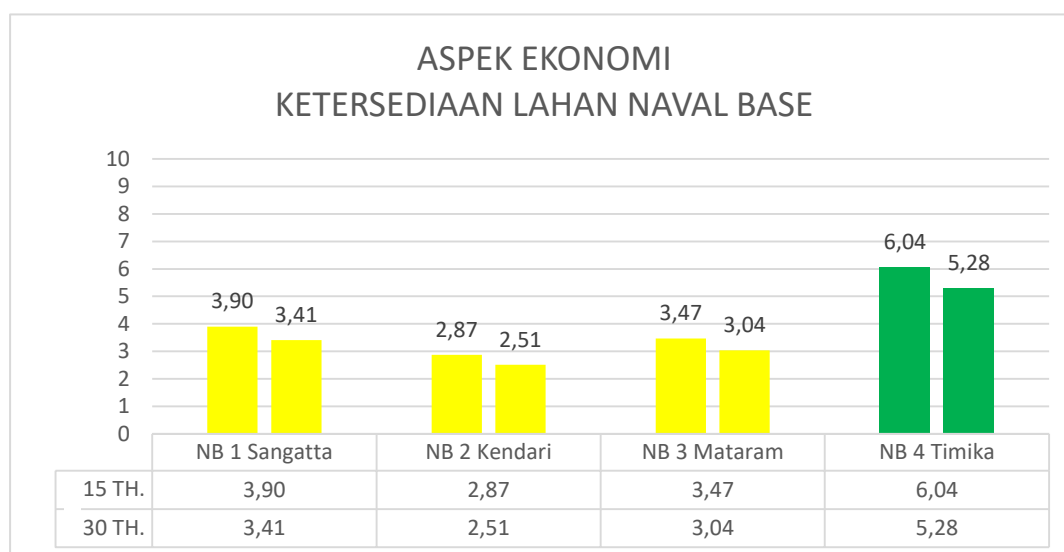
NB 1 Sangatta (15 th : 3,90 - 30 th : 3,41)

NB 2 Kendari (15 th : 2,87 - 30 th : 2,51)

NB 3 Mataram (15 th : 3,47 - 30 th : 3,04)

NB 4 Timika (15 th : 6,04 – 30 th : 5,28)

Ketersediaan lahan Naval Base yang tertinggi ditunjukkan oleh NB 4 Timika dengan *value* 6,04 (*sedang-moderate*) dan 5,28 (*sedang-moderat*). Hasil ini merupakan *output* dinamika sistem yang terjadi pada variabel dan sub-sub variabel dalam sistem aspek ekonomi, ketersediaan lahan naval base. Hasil secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 5.6 berikut :



Gambar 5.6 Skor Aspek Ekonomi Ketersediaan Lahan Naval Base

5.2.3. Penilaian Sub Model Aspek Politik / Kerawanan Daerah

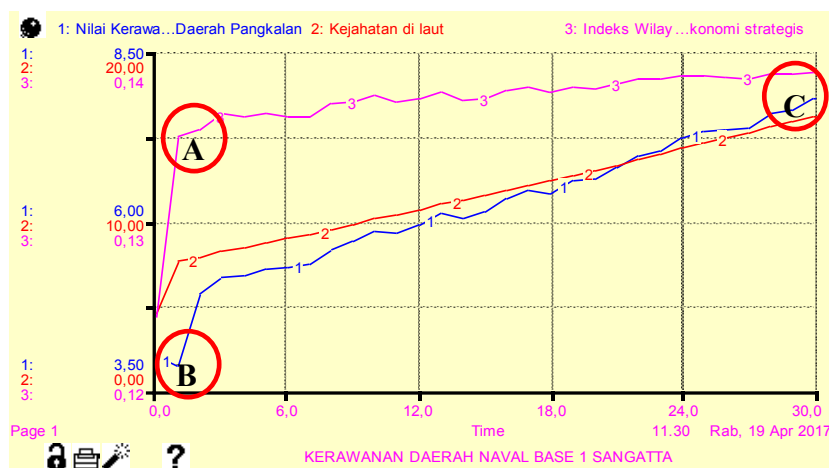
Berikut ini adalah Tabel 5.4 Skor asumsi dasar dalam penilaian aspek politik naval base. Data-data awal sebagai asumsi dasar model dinamis diperoleh berdasarkan Kuisioner Fuzzy MCDM dan berdasarkan data beberapa literatur pendukung, seperti data Balai Pusat Statistik 2016 dan Kemenperindag, Dishidros serta Puskodal. Skor asumsi dasar digunakan sebagai nilai awal dalam inputan sistem yang pada akhirnya akan terus berubah seiring perubahan pada aspek dinamika sistem dalam variabel-variabel politik dan kerawanan daerah Pangkalan Angkatan Laut.

Tabel 5.4. Skor Dasar Aspek Politik Naval Base.

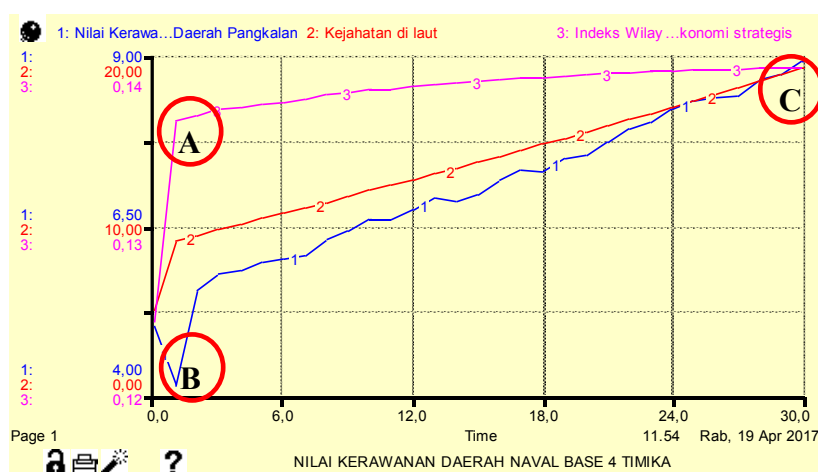
Skor Dasar Aspek Politik Naval Base					
No	Variabel	NB 1	NB 2	NB 3	NB 4
III	Aspek Politik Kerawanan Daerah				
1	Wilayah Strategis	Graph	Graph	Graph	Graph
2	Kejahatan di Laut	4.5	4	3.5	5
3	Illegal Logging	5-7	5-6	4-5	7-8
4	Illegal Fishing	4-6	4-5	3-4	6-7
5	Pembajakan	5-6	3-5	3-4	4-5
6	Pelanggaran Kapal Asing	5-6	5-6	3-4	5-6
7	Kejahatan di Darat	4-5	4-5	4-5	6-7
8	Konflik masyarakat	4-5	4-5	3-4	6-7
9	Konflik disintegrasi wilayah	Graph	Graph	Graph	Graph
10	Pelanggaran Batas Wilayah	7-8	7-8	6-7	6-7
11	Kualitas SDM masyarakat	Graph	Graph	Graph	Graph

Sumber : Kuisioner Fuzzy MCDM *sustainability naval base*, Puskodal, BPS

Berdasarkan hasil simulasi model *sustainability naval base* pada aspek politik yang dipengaruhi oleh paramater-parameter kejahatan laut, kejahatan darat dan nilai strategis wilayah berdasarkan PDRB serta kerawanan daerah, maka didapatkan nilai aspek politik untuk daerah naval base, sebagai contoh NB1 Sangatta dan NB4 Timika untuk kurun waktu hingga 30 tahun sesuai Gambar 5.7. dan Gambar 5.8. berikut :



Gambar 5.7 Grafik Kerawanan Daerah Naval Base 1 Sangatta (30 th : 7,83)



Gambar 5.8 Grafik Kerawanan Daerah Naval Base 4 Timika (30 th : 8,93)

Dari hasil simulasi sesuai Gambar 5.7 sd. Gambar 5.8, sebagai contoh kerawanan daerah naval base Sangatta dan Timika, maka dapat dianalisa bahwa pada 2-3 tahun pertama yaitu pada **kondisi A** ; terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada indeks wilayah ekonomi strategis (grafik 3) yang merupakan dampak kebijakan awal dari *stakeholder* (dhi. Pemda) yang segera ingin meningkatkan nilai wilayah strategis daerahnya sebagai akibat adanya Pangkalan Angkatan Laut di wilayah tersebut, termasuk optimisme peningkatan PDRB wilayah. Dengan peningkatan wilayah strategis ini maka akan menurunkan nilai kerawanan daerah (grafik 1) yaitu pada **kondisi B** ; yaitu kondisi dimana kerawanan daerah turun akibat kenaikan yang signifikan terhadap wilayah ekonomi strategis. Selanjutnya grafik berjalan naik terus seiring dengan kenaikan kejahatan di laut (grafik 3), yang meningkatkan nilai kerawanan daerah hingga 30 tahun, yaitu pada **kondisi C**.

Selanjutnya berdasarkan Gambar 5.7. dan 5.8. dapat dianalisa pula bahwa nilai politik kerawanan daerah naval base/pangkalan sangat dipengaruhi oleh kondisi nilai kejahatan di laut, dan indeks wilayah ekonomi strategis dari PDRB, semakin tinggi nilai semua variabel tersebut maka semakin tinggi pula nilai aspek politik, kerawanan daerah pangkalan. Hubungan ketiga variabel tersebut merupakan hubungan dinamika sistem antar sub-sub variabel kejahatan di laut, kejahatan di darat dan nilai wilayah strategis seperti yang digambarkan dalam model *causal loop* dan *stock flow diagram*, dimana semua variabel dan sub-sub variabel tersebut diukur berdasarkan dinamika sistem aspek politik yang menilai kerawanan daerah naval base/pangkalan yang terjadi selama dimensi waktu hingga 15 dan 30 tahun.

Berdasarkan grafik di atas, maka nilai Aspek Politik, kerawanan daerah pangkalan/naval base adalah sebagai berikut :

NB 1 Sangatta (15 th : 6,13 - 30 th : 7,83)

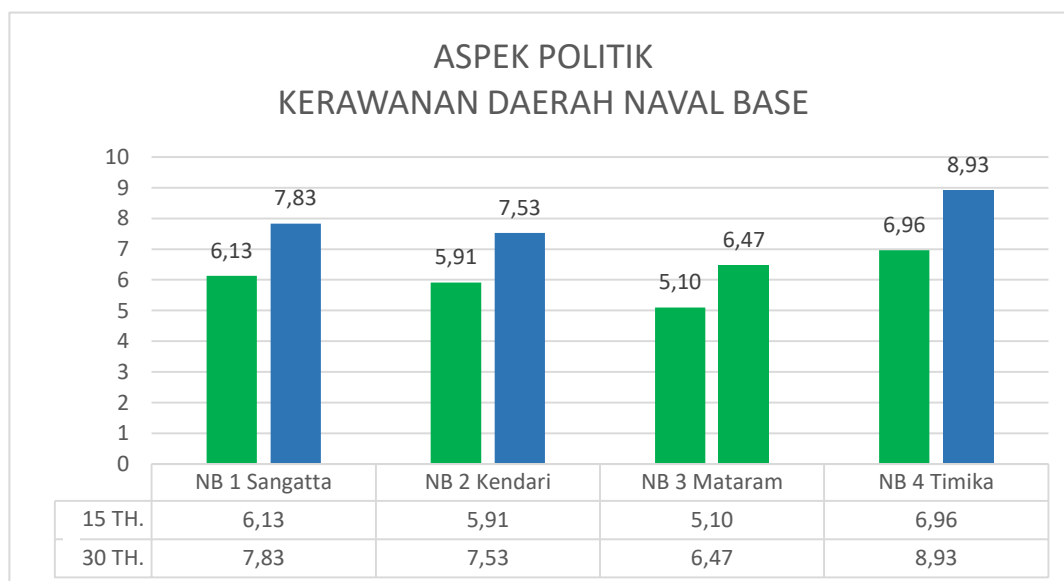
NB 2 Kendari (15 th : 5,91 - 30 th : 7,53)

NB 3 Mataram (15 th : 5,10 - 30 th : 6,47)

NB 4 Timika (15 th : 6,96 – 30 th : 8,93)

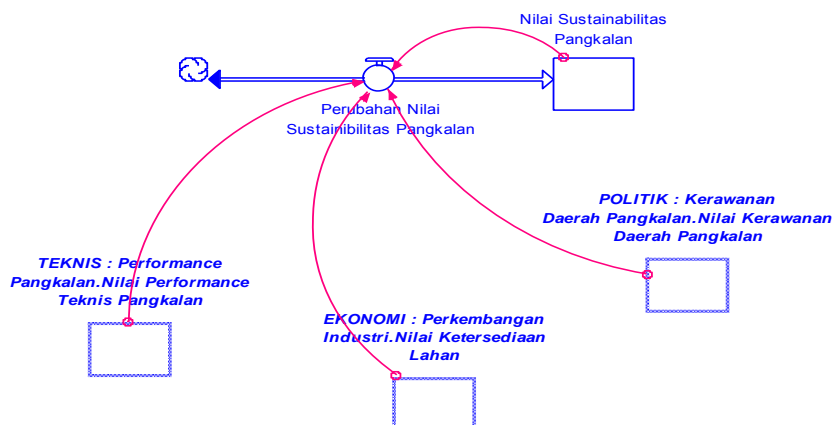
Ketersediaan lahan Naval Base yang tertinggi ditunjukkan oleh NB 4 Timika dengan *value* 6,96 (sedang-moderate) dan 8,93 (tinggi-sustainable). Hasil ini merupakan *output* dinamika sistem yang terjadi pada variabel dan sub-sub variabel dalam sistem aspek teknis, kerawanan daerah pangkalan/naval base.

Hasil secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 5.9 berikut :



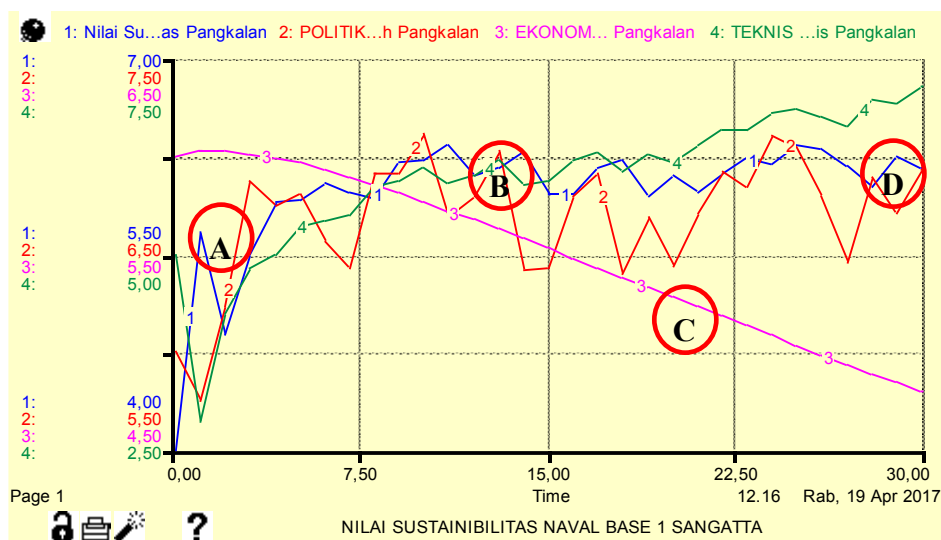
Gambar 5.9 Skor Aspek Politik Kerawanan Daerah Naval Base

5.2.4. Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

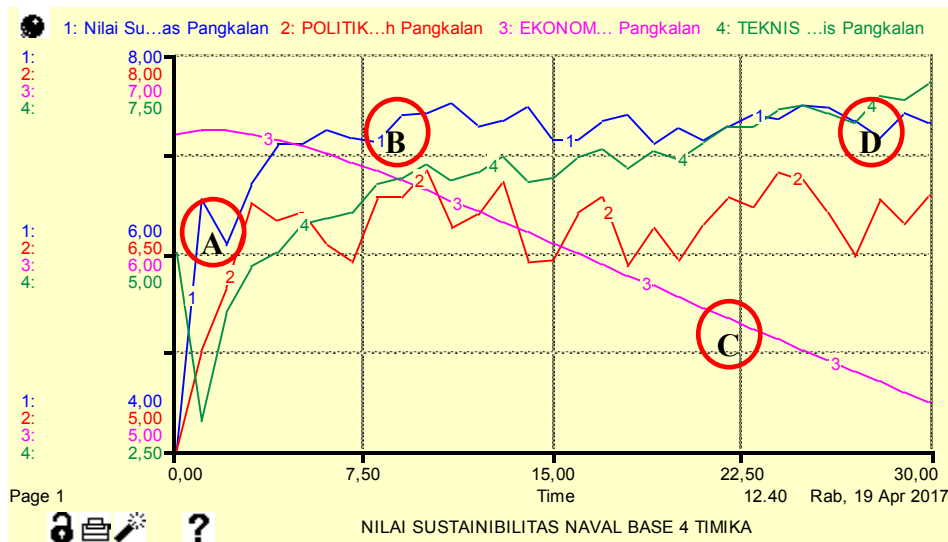


Gambar 5.10 Diagram Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Berdasarkan Gambar 5.10. Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut merupakan pengukuran Sustainability dari masing-masing aspek (teknis, ekonomi dan politik) yang kemudian diintegrasikan menjadi Sustainability Pangkalan Angkatan Laut secara keseluruhan / totalitas. Berdasarkan dimensi ini Sustainability Pangkalan Angkatan Laut adalah resultante dan agregasi menyeluruh dari sustainability masing-masing aspek yang telah diukur berdasarkan sub-sub aspek (teknis, ekonomi dan politik) yang telah dibahas sebelumnya. Gambar 5.11. dan 5.12. berikut ini adalah Nilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut / *Naval Base* hasil simulasi model, sebagai contoh Naval Base, NB1 Sangatta dan NB2 Timika :



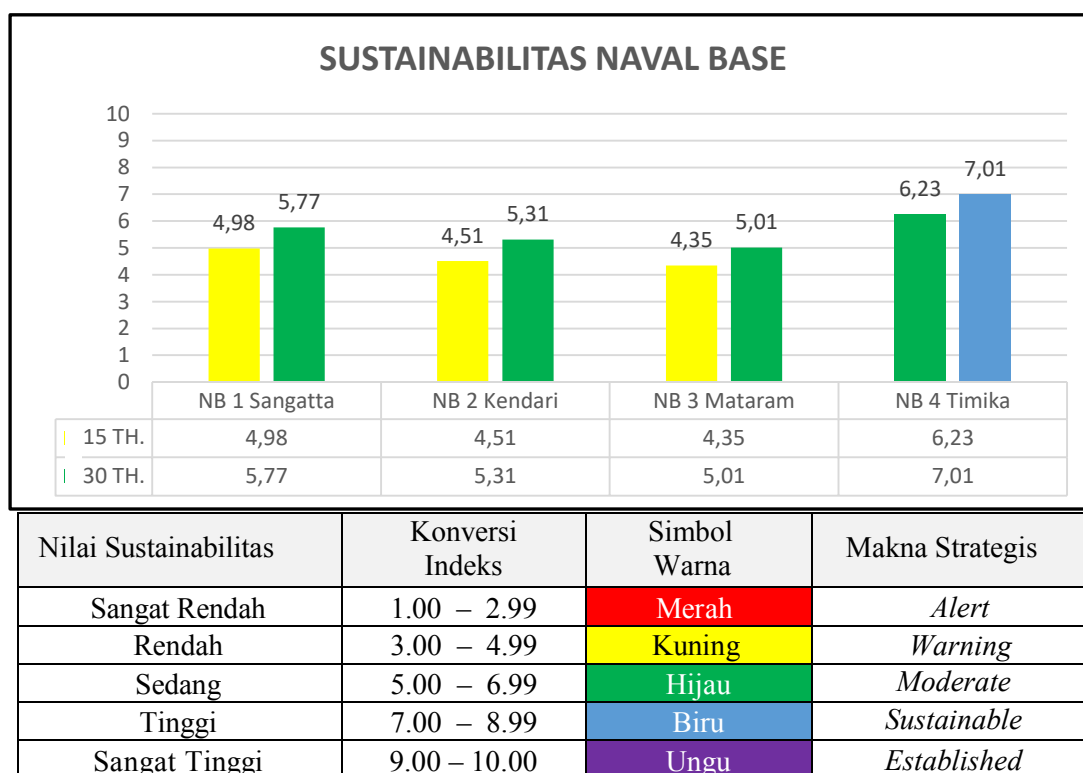
Gambar 5.11 Grafik Sustainability Naval Base 1 Sangatta
(15 Th : 4,98 ; 30 Th : 5,77)



Gambar 5.12 Grafik Sustainabilitas Naval Base 4 Timika
(15 Th : 6,23 ; 30 Th : 7,01)

Pada Gambar 5.11. dan 5.12. Performance Teknis Naval Base 1 Sangatta dan Naval Base 4 Timika, dapat ditunjukkan bahwa grafik sustainabilitas pangkalan dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu aspek politik pangkalan, aspek ekonomi dan aspek teknis pangkalan. Pada grafik, dapat dilihat **kondisi A** ; suatu kondisi dimana pada 2 tahun pertama terjadi lonjakan kenaikan sustainabilitas pangkalan yang cukup signifikan hingga mencapai skor 5,50 untuk Sangatta dan skor 6,50 untuk Timika, hal ini menunjukkan adanya kebijakan *stakeholder* (dhi. TNI AL) yang berkeinginan segera meningkatkan sustainabilitas Pangkalan lebih awal dengan meningkatkan kondisi aspek teknis dan aspek politik pada tingkat *moderate*. Selanjutnya pada tahun ke 7 hingga ke 10, terjadi **kondisi B** ; yaitu kondisi dimana terjadi kestabilan nilai sustainabilitas pangkalan yang merupakan interaksi dinamika sistem antar aspek politik, teknis dan ekonomi dengan skor sustainabilitas 6,00 untuk Sangatta dan skor 7,00 untuk Timika. Selanjutnya fenomena yang sering terjadi adalah **kondisi C** ; yaitu suatu kondisi dimana terjadi penurunan ketersediaan lahan pangkalan yang mempengaruhi sustainabilitas pangkalan, hal ini perlu dipertimbangkan oleh *stakeholder* (dhi. TNI AL dan Pemda) sehingga perlu skenario kebijakan agar perkembangan industri maritim tidak menggeser lahan lahan Pangkalan AL. Selanjutnya grafik sustainabilitas berjalan fluktuatif dan meningkat terus hingga tercapai **kondisi D** yaitu suatu kondisi dimana pada tahun ke 30 terjadi capaian skor sustainabilitas sebesar 5,77 untuk Sangatta dan 7,01 untuk Timika.

Berdasarkan hasil simulasi model sesuai Gambar 5.11 sd. Gambar 5.12 ditunjukkan bahwa terdapat dua aspek yang mendukung sustainabilitas / keberlanjutan pangkalan yaitu aspek teknis dan politik, sedangkan pada aspek ekonomi perkembangan industri maritim justru berbanding terbalik dengan keberlanjutan pangkalan, semakin tinggi perkembangan industri maritim maka semakin mempengaruhi pergeseran lahan pangkalan sehingga sustainabilitas pangkalan semakin rendah. Hasil secara keseluruhan nilai sustainabilitas Pangkalan ditampilkan dalam Gambar 5.15. berikut :



Gambar 5.15 Skor Sustainabilitas Naval Base (Hasil Simulasi Model)

Gambar 5.15. merupakan skor sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut yang merupakan output dari simulasi pemodelan untuk empat *naval base*. Skor tersebut merupakan hasil interaksi antar aspek, yang meliputi aspek teknis, politik dan ekonomi yang secara keseluruhan sebagai suatu sistem yang membentuk nilai sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut. Berdasarkan simulasi dengan input data-data eksisting didapatkan nilai sustainabilitas tertinggi pada naval base Timika, dengan skor 6,23 (sedang-moderate) kurun waktu 15 tahun dan skor 7,01 (tinggi-sustainable) kurun waktu 30 tahun. Skenario kebijakan stakeholder (TNI AL dan Pemda) perlu dilakukan untuk melihat respon sustainabilitas tiap pangkalan pada kurun waktu tertentu.

5.3 Skenario Kebijakan Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Berdasarkan model eksisting yang sudah dikembangkan pada bab sebelumnya, maka model dapat digunakan untuk merancang skenario-skenario guna mendapatkan kebijakan antisipasi yang efektif terhadap berbagai kemungkinan yang dapat terjadi pada masa mendatang. Skenario perbaikan yang akan dilakukan diambil berdasarkan kondisi yang memungkinkan untuk dikontrol oleh *stakeholder*/ pembuat kebijakan. Selain itu skenario perbaikan ditentukan berdasarkan parameter yang berpengaruh tinggi terhadap kinerja sistem dengan menggunakan uji sensitivitas atau uji kondisi ekstrim yang telah dilakukan pada sub bab validasi model. Dalam hal ini, uji sensitivitas pada dasarnya mengansumsikan kemungkinan yang terjadi di dunia nyata dan pilihan kebijakan yang mungkin dilakukan oleh pengambil keputusan (Wijaya et al., 2011).

Menurut Sterman (2000), Setiap perubahan parameter, dalam hal ini jika dinaikkan atau diturunkan dari nilai parameter skenario dasar, bila terbukti perubahan pada parameter tersebut mengakibatkan perubahan yang nyata dan signifikan pada parameter utama, maka parameter-parameter tersebut akan dianggap sebagai parameter kunci (*key variable*).

Dalam uji simulasi yang telah dilakukan sebelumnya maka didapat parameter kunci yang berpengaruh dalam model sustainability Pangkalan / *Naval Base*, dan merupakan tindak lanjut untuk menentukan skenario antara lain :

A. Fasilitas Teknis Performance Pangkalan, yang dipengaruhi variabel :

1. Level suplai teknis pangkalan untuk dukungan teknis KRI, yang meliputi : kemampuan docking pangkalan dan kemampuan suplai BBM pangkalan.
2. Level alur pelayaran pangkalan untuk performance pangkalan, yang meliputi : kondisi alur pangkalan (bathymetri, pasang surut, dan sedimentasi)

B. Ketersediaan Lahan Pangkalan akibat laju industri maritim, yang dipengaruhi oleh variabel :

1. Perijinan usaha industri maritim di sekitar Pangkalan Angkatan Laut
2. Penggunaan lahan baru untuk industri di sekitar Pangkalan Angkatan Laut

C. Wilayah Strategis Pangkalan, yang dipengaruhi oleh variabel :

1. Jumlah satuan gugus tugas KRI yang ditugaskan ke daerah/wilayah operasi sebagai akibat peningkatan eskalasi ancaman *hot area* / kejahatan laut.
2. Wilayah ekonomi strategis daerah / PDRB

Skenario kebijakan dari sistem Sustainability Pangkalan / *Naval Base* disusun berdasarkan perkiraan kondisi yang akan terjadi di masa depan. Selain itu, nilai skenario kebijakan juga mengacu pada kondisi ideal, dimana terjadi peningkatan pada setiap parameter utama sebagai akibat dinamika sistem yang terjadi dengan menganalisa *key variable* yang akan dijadikan sebagai dasar skenario.

Berdasarkan analisa penulis dan pemahaman yang mendalam terhadap model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut yang telah disusun serta pemahaman kondisi real di lapangan maka dapat disusun 6 (enam) Skenario Kebijakan untuk menguji parameter yang berpengaruh terhadap perubahan berdasarkan dimensi waktu dan mengukur nilai Sustainability Pangkalan, yang meliputi skenario-skenario :

A. Skenario Aspek Teknis ; Peningkatan Fasilitas Teknis Performance Pangkalan

1. Skenario A1. Peningkatan suplai teknis pangkalan
2. Skenario A2. Peningkatan alur pelayaran pangkalan.

B. Skenario Aspek Ekonomi ; Mempertahankan Ketersediaan Lahan Pangkalan

3. Skenario B1. Perketat perijinan usaha
4. Skenario B2. Perketat pemakaian lahan baru

C. Skenario Aspek Politik ; Peningkatan Wilayah Strategis Pangkalan

5. Skenario C1. Peningkatan gugus tugas KRI ke daerah operasi
6. Skenario C2. Peningkatan PDRB / wilayah ekonomi strategis

5.3.1. Skenario A : Peningkatan Fasilitas Teknis Performance Pangkalan

Skenario ini terdiri dari 2 (dua) sub skenario yaitu : Skenario A1. Peningkatan nilai level suplai teknis pangkalan dan Skenario A2. Peningkatan nilai level alur pelayaran pangkalan.

-Skenario A1. Peningkatan suplai teknis pangkalan

Suplai atau dukungan teknis pangkalan untuk KRI yang sandar atau mengisi ulang / bekal logistik ulang di pangkalan merupakan kebijakan teknis yang meliputi 2 (dua) hal penting yaitu: peningkatan kemampuan docking pangkalan dan peningkatan kemampuan suplai BBM dari pangkalan untuk KRI. Adapun 2 (dua) hal di atas merupakan parameter kunci (*key variable*) yang sangat signifikan mempengaruhi nilai performance Pangkalan AL. Skenario kebijakan yang dilakukan adalah peningkatan level suplai teknis untuk kemampuan docking pangkalan dan kemampuan suplai BBM dari skala *existing* awal hingga yang ditentukan. Arti dari nilai skala diatas dapat

dilihat dari tabel lampiran pada disertasi ini yang merupakan pengembangan dari skala model Fuzzy MCDM. Skenario ini dilakukan untuk menambah nilai performance teknis pangkalan dalam setiap dimensi waktu yang direncanakan, yang pada akhirnya mempengaruhi nilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

-Skenario A2. Peningkatan level alur pelayaran pangkalan.

Level alur pelayaran di pangkalan adalah suatu kondisi teknis yang mempengaruhi nilai fasilitas teknis performance pangkalan, merupakan kebijakan teknis yang dipengaruhi oleh parameter kunci (*key variable*) yang meliputi : kondisi bathymetri dan sedimentasi. Skenario kebijakan yang dilakukan adalah peningkatan level teknis alur pelayaran, dengan cara peningkatan kedalaman alur bathymetri dan pengurangan sedimentasi alur hingga skala yang ditentukan signifikan. Skenario ini dilakukan untuk mendapatkan nilai tambah pada performance teknis pangkalan dalam setiap dimensi waktu yang direncanakan dalam sistem Sustainability Pangkalan.

5.3.2 Skenario B : Mempertahankan Nilai Ketersediaan Lahan Pangkalan

Skenario B ini terdiri dari 2 (dua) sub skenario yaitu : Skenario B1. Perketat perijinan usaha dan Skenario B2. Perketat pemakaian lahan baru.

-Skenario B1. Perketat perijinan usaha

Perketat perijinan usaha merupakan salah satu skenario yang diambil untuk mempertahankan nilai ketersediaan lahan Pangkalan Angkatan Laut. Perketat ijin usaha artinya melakukan tindakan yang terstruktur dan sistematis terhadap semua perijinan usaha industri maritim berdasarkan nilai kepentingan, skala prioritas dan kontribusi usaha yang bermanfaat hanya bagi perkembangan industri maritim secara nasional. Perketat ijin usaha ini hanya difokuskan kepada industri kemaritiman swasta dan asing yang jika dibiarkan secara bebas akan menggunakan lahan-lahan yang secara potensial mempengaruhi ketersediaan lahan Pangkalan Angkatan Laut. Skenario yang dilakukan adalah menurunkan atau menaikkan tingkat perijinan usaha dari skala *existing* awal menjadi skala yang ditentukan atau direncanakan. Skenario ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat ketersediaan lahan Pangkalan Angkatan Laut akibat perkembangan industri dalam dimensi waktu, dan akan dilihat hasil/dampaknya terhadap aspek aspek infrastruktur *land use*, pertumbuhan PDRB sektor industri dan ketersediaan lahan Pangkalan Angkatan Laut.

-Skenario B2. Perketat pemakaian lahan baru

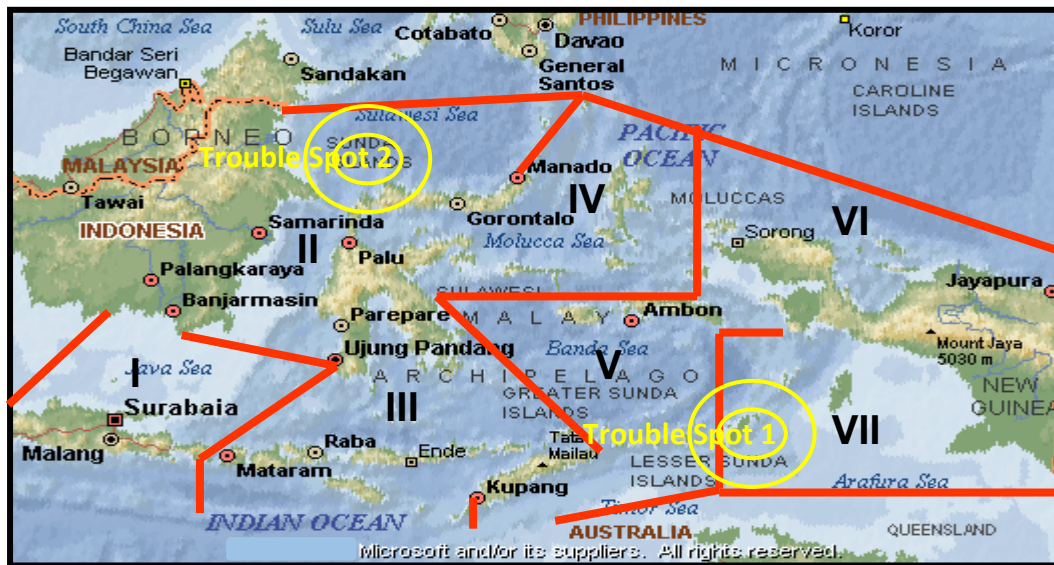
Perketat pemakaian lahan baru merupakan salah satu skenario kebijakan yang dilakukan untuk mempertahankan nilai ketersediaan lahan Pangkalan. Perketat pemakaian lahan baru artinya pengembangan industri maritim yang secara linier berkembang pesat berdasarkan peningkatan jumlah usaha maritim diharapkan tidak memakai lahan baru yang masih kosong untuk pengembangan usahanya, akan tetapi diarahkan untuk peningkatan lahan yang telah dipakai dengan cara revitalisasi bangunan dan peningkatan menjadi 2 lantai atau 3 lantai dst, terhadap bangunan gedung yang telah ada. Skenario yang dilakukan adalah dengan pembatasan dan penurunan *land use*, pemakaian lahan baru. Hal ini dilakukan untuk menahan laju pemakaian lahan baru sebagai akibat perkembangan industri maritim yang secara langsung bisa mempengaruhi dan menggeser ketersediaan lahan pangkalan Angkatan Laut, yang pada akhirnya berpengaruh pada nilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut dalam dimensi waktu.

5.3.3 Skenario C : Peningkatan Wilayah Strategis Pangkalan

Skenario ini terdiri dari 2 (dua) sub skenario yaitu : Skenario C1.Peningkatan satuan gugus tugas KRI ke daerah operasi dan Skenario C2.Peningkatan wilayah ekonomi strategis melalui peningkatan PDRB.

-Skenario C1. Peningkatan satuan gugus tugas KRI ke daerah operasi

Fraksi satuan gugus tugas KRI merupakan salah satu parameter kunci yang mempengaruhi nilai wilayah strategis pangkalan. Berdasarkan model sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut yang telah disimulasikan sebelumnya, parameter ini mempengaruhi secara signifikan nilai wilayah strategis pangkalan. Sebagai akibat peningkatan eskalasi ancaman di *hot area* / kejahatan laut di daerah Operasi Kamla (sektor I sd. VII Wiltim), Trouble Spot 1 (sektor V, VII meliputi : Perairan Papua, Kupang dan Australia) dan Trouble Spot 2 (sektor II, IV meliputi : Perairan Laut Ambalat dan China Selatan), maka skenario yang dilakukan adalah dengan peningkatan jumlah satuan gugus tugas KRI ke 3 *hot area* tersebut berdasarkan peta skenario daerah ancaman seperti pada Gambar 5.16. berikut :



Gambar 5.16. Peta Skenario Daerah Ancaman

Dengan melakukan skenario peningkatan jumlah satuan gugus tugas KRI maka dapat memberikan peningkatan kontribusi bagi nilai strategis wilayah Pangkalan Angkatan Laut. Hal ini akan memberikan efek berantai terhadap pengurangan jumlah kejahatan laut dan pelanggaran batas wilayah di laut, yang pada akhirnya memberikan pengaruh dalam peningkatan nilai sistem Sustainability Pangkalan. Skenario kebijakan ini disimulasikan dalam dimensi waktu dan dilihat hasil/dampaknya terhadap aspek-aspek politik, ekonomi dan teknis Pangkalan Angkatan Laut.

-Skenario C2. Peningkatan wilayah ekonomi strategis melalui PDRB

Wilayah ekonomi strategis merupakan salah satu parameter kunci (*key variable*) yang berpengaruh signifikan dalam perubahan nilai wilayah strategis Pangkalan Angkatan Laut. Parameter ini dipengaruhi oleh nilai perkembangan industri dan nilai ekonomi makro yang diidentifikasi sebagai nilai PDRB. Berdasarkan model sistem Sustainability Pangkalan Angkatan Laut yang telah dibuat maka skenario kebijakan perlu dilakukan dengan mencoba menggerakkan menaikkan atau menurunkan nilai indeks wilayah ekonomi strategis/ PDRB dari nilai *existing* awal hingga menjadi nilai sesuai rencana skenario yang dikehendaki berdasarkan dimensi waktu. Selanjutnya akan dilihat hasil / dampaknya terhadap aspek aspek yang meliputi : nilai strategis wilayah dan nilai kerawanan daerah.

5.4. Analisis *Game Theory* untuk Skenario Kombinasi

Analisis *Game Theory* digunakan untuk menggambarkan interaksi diantara *stakeholder* atau pemain (agen) yang berpengaruh terhadap Sustainability Pangkalan. Adapun *Stakeholder* / pemain yang berperan utama dalam permasalahan ini adalah pihak TNI AL dan Pemerintah Daerah. Adapun pihak swasta tidak dimasukkan dalam *player* karena pihak swasta diasumsikan dalam bagian / kontrol Pemerintah Daerah selaku pembuat kebijakan, utamanya pada Aspek Ekonomi, yaitu perkembangan industri jasa maritim yang mempengaruhi ketersediaan lahan Pangkalan.

Beberapa asumsi dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1). Setiap *Stakeholder* (pemain) memiliki strategi yang ditentukan dari skenario berdasarkan parameter kunci yang berpengaruh terhadap Sustainability Pangkalan.
- 2). Setiap *Stakeholder* (pemain) bersikap rasional. *Stakeholder* selalu berusaha memilih strategi yang memberikan hasil paling optimal untuk kepentingannya, berdasarkan *payoff* (hasil) dan jenis skenario yang dimainkan.
- 3). Game kooperatif, yaitu para *Stakeholder* membuat komitmen yang mengikat (*binding commitment*) untuk meningkatkan outcome pemain/*Stakeholder* .
- 4). Game non kooperatif, yaitu para *Stakeholder* tidak membuat komitmen/negosiasi yang mengikat (*non binding commitment*) untuk meningkatkan outcome pemain.

Game Theory yang disimulasikan dalam penelitian ini, yaitu antara TNI AL dan Pemerintah Daerah, adapun pihak swasta tidak dimasukkan dalam *player* karena pihak swasta diasumsikan dalam bagian / kontrol Pemerintah Daerah selaku pembuat kebijakan. Skenario Permainan antara TNI AL dan Pemerintah Daerah digunakan bentuk kooperatif dan non kooperatif. Secara umum langkah-langkah yang ditempuh adalah dengan membuat tabel *pay-off* dari masing-masing *Stakeholders*, kemudian menetapkan besarnya nilai keuntungan dan kerugian dari masing-masing *Stakeholder* berdasar strategi pilihannya. Selanjutnya dari masing masing kondisi yang telah dijelaskan di atas dilakukan kombinasi yang mungkin terjadi antar *Stakeholder*. Kombinasi-kombinasi tersebut disusun untuk memperoleh dua macam kombinasi skenario yang paling mungkin terjadi, yaitu :

- 1). Skenario Pesimistik (*Stakeholder* : TNI AL dan Pemda Non Kooperatif),
- 2). Skenario Optimistik (*Stakeholder* : TNI AL dan Pemda Kooperatif),

Skenario Pesimistik

Skenario pesimistik dibangun berdasarkan kondisi antar *stakeholder* TNI AL dan Pemda non kooperatif kebijakan, artinya baik TNI AL maupun Pemda mempunyai kebijakan yang bersinggungan / non kooperatif. Pemda dalam hal ini berkeinginan mengembangkan wilayah industri maritimnya sedangkan TNI AL mengkhawatirkan kebijakannya tersebut akan menggeser lahan Pangkalan dan mempengaruhi ketersediaan lahan Pangkalan Angkatan Laut. Selanjutnya Skenario Pesimistik ini juga dibangun berdasarkan kondisi parameter kunci sebagai akibat dari kebijakan yang non kooperatif antar keduanya, dengan skenario sebagai berikut:

- 1) Level suplai teknis Pangkalan menurun hingga 10% pertahun,
- 2) Level alur pelayaran Pangkalan menurun hingga 10% pertahun,
- 3) Tingkat perijinan usaha tidak diperketat hingga naik 20% pertahun,
- 4) Pemakaian lahan baru tidak diperketat hingga meningkat 10%,
- 5) Fraksi gugus tugas KRI ke daerah operasi menurun hingga 10%,
- 6) PDRB wilayah ekonomi strategis menurun hingga 10% pertahun.

Skenario Optimistik

Skenario optimistik dibangun berdasarkan kondisi antara *stakeholder* TNI AL dan Pemda kooperatif kebijakan, artinya baik TNI AL maupun Pemda mempunyai kebijakan yang saling mendukung terhadap sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut di wilayah Pemda. Selanjutnya skenario optimistik ini juga dibangun berdasarkan kondisi parameter kunci sebagai akibat dari kebijakan yang kooperatif antar keduanya, dengan skenario sebagai berikut :

- 1) Level suplai teknis Pangkalan ditingkatkan dari kondisi *existing* hingga 10% pertahun,
- 2) Level alur pelayaran Pangkalan ditingkatkan dari kondisi *existing* hingga 10% pertahun,
- 3) Tingkat perijinan usaha diperketat dari kondisi *existing* hingga 20% pertahun,
- 4) Pemakaian lahan baru diperketat dari kondisi *existing* hingga 10% pertahun,
- 5) Fraksi gugus tugas KRI ke Daops ditingkatkan dari kondisi *existing* hingga naik 10% pertahun,
- 6) PDRB wilayah ekonomi strategis ditingkatkan dari kondisi *existing* hingga naik 10% pertahun.

Tabel 5.6. berikut ini adalah Parameter Skenario dan *Player* pada kondisi Pesimistik & Optimistik dalam Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Tabel 5.6. Parameter Skenario dan *Player* pada kondisi Pesimistik & Optimistik

Skenario	Parameter	<i>Player / Stakeholder</i>	
		Pesimistik TNI AL – PEMDA Non Kooperatif	Optimistik TNI AL – Pemda Kooperatif
A1	Level Suplai Teknis Pangkalan	Level inisiasi suplai teknis menurun 10% pertahun	Level inisiasi suplai teknis meningkat 10% pertahun
A2	Level Level Alur Pelayaran	Level inisiasi alur pelayaran menurun 10% pertahun	Level inisiasi alur pelayaran meningkat 10% pertahun
B1	Perijinan usaha	Perijinan usaha meningkat 20% pertahun	Perijinan usaha menurun 20% pertahun
B2	Pemakaian Lahan Baru / <i>Land Use</i>	Pemakaian lahan baru meningkat 10% pertahun	Pemakaian lahan baru menurun 10% pertahun
C1	Gugus tugas KRI ke daerah operasi	Gugus tugas KRI ke Daops menurun 50% pertahun	Gugus tuga KRI ke Daops meningkat 50% pertahun
C2	Wilayah Strategis melalui PDRB	PDRB wilayah strategis menurun 10% pertahun	PDRB wilayah strategis meningkat 10% pertahun

Prosedur penyelesaian secara umum dengan *Game Theory* dapat dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1). Merumuskan kriteria permainan, dengan kriteria maximin dan minimax. Penggunaan kriteria maximin yang dilakukan salah satu *Stakeholder* adalah mengidentifikasi keuntungan terendah (minimum) masing-masing dari strategi utama yang digunakan. Setelah itu dilanjutkan dengan memilih keuntungan tertinggi (maksimum) diantara nilai terendah tadi (kriteria keuntungan maximin). Penggunaan kriteria minimax, yang dilakukan untuk salah satu *Stakeholder* adalah mengidentifikasi kerugian tertinggi (maksimum) masing-masing dari strategi tersebut

yang digunakan, untuk kemudian memilih kerugian terendah (minimum) diantara nilai tertinggi tadi (kriteria kerugian minimax).

2). Menentukan strategi permainan. Dalam penelitian ini, analisis strategi yang dipilih oleh para *Stakeholder* tersebut menunjukkan bahwa terdapat suatu solusi yang memuaskan para *Stakeholder*. Untuk para *Stakeholder* dalam permainannya menghasilkan sebuah strategi tunggal sebagai suatu strategi optimal yang dapat memuaskan para *Stakeholder*, berarti menunjukkan adanya permainan strategi murni yang menghasilkan solusi titik pelana (*saddle point*). Hal ini penting menegaskan bahwa, dengan kriteria *maximin* dan *minimax* dapat dihasilkan solusi optimal untuk setiap pemain dalam permainan.

3). Menentukan nilai permainan (*value of the game*), merupakan ekspektasi hasil dari permainan terbaik bagi pemain/*Stakeholder* terhadap permainan terbaik *Stakeholder* lainnya dalam bentuk matriks *pay-off*.

Berdasarkan prosedur langkah-langkah di atas maka disusun Matriks Dasar *Pay-off* sesuai Tabel 5.7. sebagai berikut ini :

Tabel 5.7. Matriks *Pay-off* Stakeholder / Player

Lokasi Pangkalan AL		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	NS ; PD	NS ; PD
	Optimistik	NS ; PD	NS ; PD

Ket :

Value of the Game : NS = Nilai Skor Sustainabilitas Pangkalan ;
PD = Pendapatan Daerah

Pada Tabel 5.7 matriks *Pay-off* disebutkan bahwa untuk menentukan kriteria *maximin* dan *minimax* masing-masing skenario *player* maka digunakan *Value of the Game* (nilai permainan). *Value of the Game* untuk TNI AL adalah Skor Sustainabilitas Pangkalan (NS), sedangkan *Value of the Game* untuk Pemda adalah Pendapatan Daerah (PD). Kedua *value* tersebut adalah indikator dalam mendapatkan *Value of the Game* terbaik, yang merupakan titik kompromi dari 2 *player* baik TNI AL maupun Pemda. Selanjutnya berdasarkan Model Sustainabilitas Pangkalan dan data-data yang dianalisa dan disimulasikan dalam Model, maka didapatkan matriks *Pay-off* untuk setiap Skenario dan *Player* di setiap lokasi kandidat Pangkalan AL (Sanggatta, Kendari, Mataram, Timika) adalah sesuai Tabel 5.8 sampai Tabel 5.11

Tabel 5.8. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB1 Sangatta

Pangkalan AL Sangatta (NB1)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	4,55 ; Rp. 115.540.347.000,-	5,72 ; Rp. 103.442.593.000,-
	Optimistik	5,92 ; Rp. 135.929.820.000,-	8,41 ; Rp. 123.832.066.000,-

Pada Tabel 5.8. Matriks *Pay-Off* daerah Sangatta, pengambil langkah pertama adalah TNI AL sebagai *stakeholder* Pangkalan AL, sementara Pemda akan merespon kehendak TNI AL. Kondisi selama ini tercermin pada skenario di kuadran dua, dimana TNI AL optimistik terhadap keberlanjutan Pangkalan Angkatan Laut, sedangkan dilain pihak, Pemerintah daerah Non Kooperatif. Bagi Pemerintah daerah, kondisi di kuadran dua ini memberikan *pay-off* yang besar yaitu pendapatan daerah senilai Rp. 135.929.820.000,-, sedangkan bagi TNI AL mendapatkan *pay-off* berupa Skor Sustainability Pangkalan Sangatta yang cukup yaitu 5,92 (sedang-moderate). Mengacu pada Tabel 5.8. Matrik *Pay-Off* antara Pemerintah daerah dengan TNI AL, kedua pemain memiliki *Pay-Off* yang paling kompromi (*saddle point*) pada kuadran empat, dimana TNI AL mendapatkan Skor Sustainability Pangkalan AL Sangatta *maximin* 8.41 (tinggi-sustainable) dan Pemerintah daerah memperoleh pendapatan *minimax* sebesar Rp. 123.832.066.000,-.

Tabel 5.9. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB2 Kendari

Pangkalan AL Kendari (NB2)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	4,31 ; Rp. 37.956.750.000,-	4,92 ; Rp. 33.982.455.000,-
	Optimistik	5,62 ; Rp. 44.655.000.000,-	7,61 ; Rp. 40.680.705.000,-

Pada Tabel 5.9. Matriks *Pay-Off* untuk daerah Kendari, jika TNI AL selaku pemilik Pangkalan optimistik sementara Pemda merespon kehendak TNI AL dengan melakukan strategi non Kooperatif maka Skor Sustainability Pangkalan AL adalah 5,62 (sedang-moderate) kondisi yang kurang begitu diharapkan oleh TNI AL. Bagi pemerintah daerah, kondisi di kuadran dua ini memberikan *pay-off* pendapatan daerah Rp. 44.655.000.000,-, Mengacu pada Tabel 5.9. Matrik *Pay-Off* antara TNI AL dengan Pemerintah daerah, kedua pemain memiliki *Pay-Off* yang paling ideal (*saddle point*) di kuadran empat, TNI AL mendapatkan Skor Sustainability Pangkalan AL Kendari *maximin* 7.61 (tinggi-sustainable) dan Pemerinta daerah mendapatkan *Pay-Off* pendapatan *minimax* sebesar Rp. 40.680.705.000,-.

Tabel 5.10. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB3 Mataram

Pangkalan AL Mataram (NB3)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	4,01 ; Rp. 63.008.205.000,-	4,86 ; Rp. 59.288.444.000,-
	Optimistik	5,15 ; Rp. 75.913.500.000,-	7,21 ; Rp. 72.193.739.000,-

Pada Tabel 5.10. Matriks *Pay-Off* daerah Mataram, jika TNI AL selaku *stakeholder* Pangkalan optimistik, sementara Pemda merespon kehendak TNI AL dengan melakukan strategi Non Kooperatif maka Skor Sustainability Pangkalan adalah 5,15 (sedang-*moderate*) kondisi yang kurang begitu diharapkan oleh TNI AL. Bagi pemerintah daerah, kondisi di kuadran dua ini memberikan *pay-off* pendapatan daerah sebesar Rp. 75.913.500.000,-, Mengacu pada Tabel 5.10. Matrik *Pay-Off* antara TNI AL dengan Pemerintah daerah, kedua pemain memiliki *Pay-Off* yang paling ideal (*saddle point*) pada kuadran empat, pihak TNI AL mendapatkan Skor Sustainability Pangkalan *maximin* 7.21 (tinggi-*sustainable*) dan Pemerintah daerah mendapatkan *Pay-Off* pendapatan *minimax* sebesar Rp. 72.193.739.000,-.

Tabel 5.11. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB4 Timika

Pangkalan AL Timika (NB4)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	3,95 ; Rp. 664.243.125.000,-	6,23 ; Rp. 594.692.963.000,-
	Optimistik	4,62 ; Rp. 781.462.500.000,-	8,97 ; Rp. 711.912.338.000,-

Pada Tabel 5.11. Matriks *Pay-off* daerah Timika, pengambil strategi awal adalah TNI AL sebagai *stakeholder* Pangkalan AL, sementara Pemda merespon strategi TNI AL. Kondisi selama ini tercermin pada skenario di kuadran dua, TNI AL optimistik terhadap keberlanjutan Pangkalan AL Timika, akan tetapi Pemerintah daerah Non Kooperatif. Bagi pemerintah daerah, skenario di kuadran dua ini memberikan *pay-off* pendapatan cukup besar Rp. 781.462.500.000,- sedangkan bagi pihak TNI AL mendapatkan *pay-off* Skor Sustainability Pangkalan AL sebesar 3,62 (rendah-*warning*), kondisi yang tidak diharapkan kedua pihak. Mengacu pada Tabel 5.11. antara Pemerintah daerah dengan TNI AL, kedua pemain memiliki *Pay-Off* yang paling ideal (*saddle point*) pada kuadran empat, dimana TNI AL mendapatkan Skor Sustainability Pangkalan AL *maximin* sebesar 8,97 (tinggi-*sustainable*) dan Pemerinta daerah mendapatkan pendapatan *minimax* Rp. 711.912.338.000,-.

5.4.1 Analisa Skenario Pesimistik

Skenario Pesimistik merupakan skenario kebijakan antara TNI AL dengan Pemerintah Daerah yang saling bersinggungan, kebijakan TNI AL tidak direspon dengan baik oleh Pemda, artinya Pemda tidak kooperatif dengan TNI AL. Pemda dalam hal ini berkeinginan mengembangkan wilayah industri maritimnya sedangkan TNI AL mengkhawatirkan kebijakannya tersebut akan menggeser lahan Pangkalan Angkatan Laut dan mempengaruhi ketersediaan lahan Pangkalan yang pada akhirnya mempengaruhi keberlanjutan / sustainability pangkalan.

Adapun nilai *Pay-off* yang didapat oleh masing-masing *player* / stakeholder berdasarkan Skenario Pesimistik ini disajikan dalam Tabel 5.12. dan Tabel 5.13 :

Tabel 5.12. *Pay-off* TNI AL jika **PEMDA Non Kooperatif**

Skenario TNI AL	Uraian	Pay-Off
Pesimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainability Sangatta : 4,55 (<i>warning</i>) Kendari : 4,31 (<i>warning</i>) Mataram : 4,01 (<i>warning</i>) Timika : 3,95 (<i>warning</i>)
Optimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainability Sangatta : 5,96 (<i>moderate</i>) Kendari : 5,62 (<i>moderate</i>) Mataram : 5,15 (<i>moderate</i>) Timika : 4,62 (<i>warning</i>)

Tabel 5.12. menunjukkan *Pay-off* yang didapat TNI AL jika Pemerintah daerah Non Kooperatif. *Pay-off* tersebut berupa skor sustainability pangkalan atau nilai keberlanjutan Pangkalan. Skor tersebut merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level *performance* pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan

daerah pangkalan. Pada skenario Pemda Non Kooperatif - TNI AL pesimistik Skor Sustainability Pangkalan Sangatta adalah : 4,55 (*warning*), Kendari : 4,31 (*warning*), Mataram : 4,01 (*warning*) dan Timika : 3,95 (*warning*), dan pada skenario Pemda Non Kooperatif - TNI AL optimistik maka Skor Sustainability Pangkalan Sangatta adalah 5,96 (*warning*), Kendari : 5,62 (*warning*), Mataram : 5,15 (*warning*) dan Timika : 4,62 (*warning*).

Disini dapat dianalisa bahwa jika pemerintah daerah Non Kooperatif terhadap kebijakan TNI AL, maka sustainability pangkalan sebagai suatu dinamika sistem antara aspek teknis, ekonomi dan politik menjadi lebih rendah, dibandingkan jika Pemerintah daerah Kooperatif. Hal ini tercermin dari skenario-skenario kebijakan yang telah diujikan pada Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

Tabel 5.13. *Pay-Off* PEMDA jika TNI AL Pesimistik

Skenario PEMDA	Uraian	Pay-Off
Non Kooperatif ;	Pajak Perusahaan Maritim penuh, Retribusi Daerah penuh, Sewa aset daerah penuh, Penurunan hingga 10% produksi perikanan tangkap, Penurunan hingga 10 % Pariwisata Bahari, Penurunan hingga 50 % Transportasi Laut (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 115.540.347.000,- (Sangatta) Rp. 664.243.125.000,- (Timika) Rp. 63.008.205.000,- (Mataram) Rp. 37.956.750.000,- (Kendari)
Kooperatif ;	Penurunan hingga 20% pajak perusahaan daerah maritim, penurunan hingga 20% retribusi daerah, penurunan 10% sewa aset tanah & bangunan, penurunan 10% produksi perikanan tangkap, penurunan 10% pariwisata bahari, Penurunan hingga 50 % Transportasi Laut (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 103.442.593.000,- (Sangatta) Rp. 594.692.963.000,- (Timika) Rp. 59.288.444.000,- (Mataram) Rp. 33.982.455.000,- (Kendari)

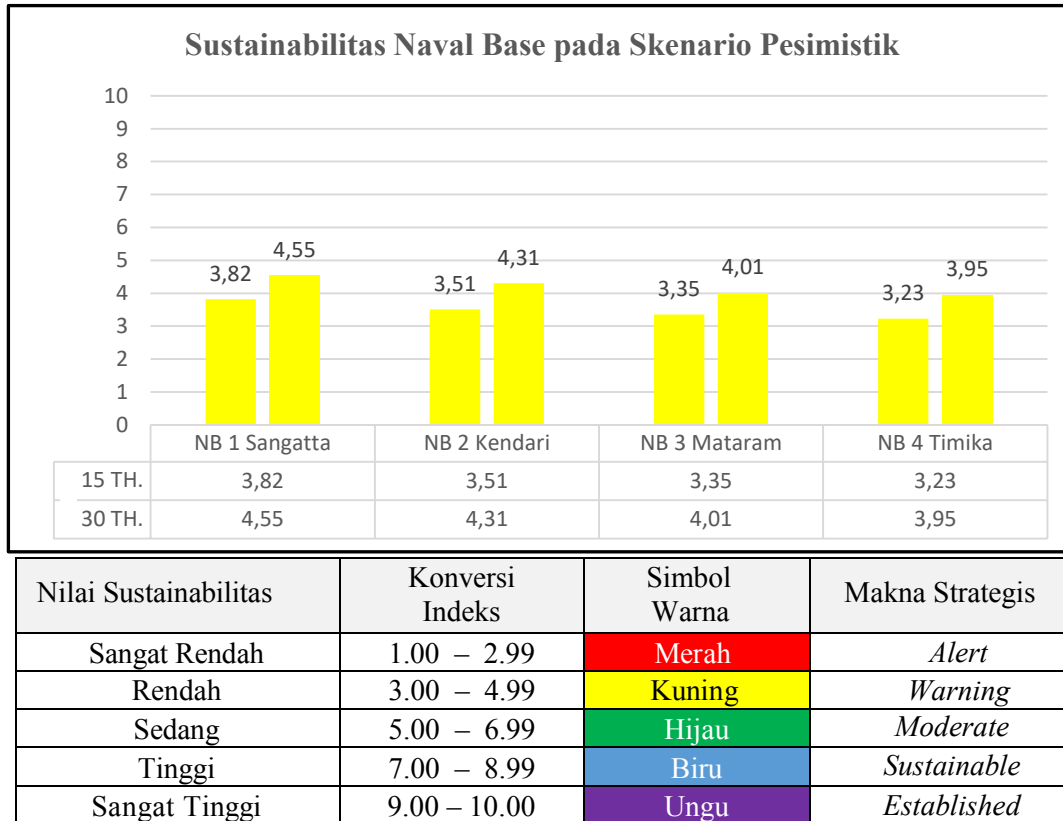
Tabel 5.13. menunjukkan *Pay-off* yang didapat Pemerintah daerah jika TNI AL pesimistik. *Pay-off* tersebut berupa besaran pendapatan daerah yang diperoleh Pemerintah daerah sebagai output dari skenario permainan / *game theory*. Pendapatan daerah tersebut diambil berdasarkan pendapatan khusus bidang kemaritiman, yang meliputi :

- pajak perusahaan daerah (perusahaan maritim),
- pajak retribusi daerah (bidang maritim),
- sewa aset tanah & bangunan pemerintah daerah (bidang maritim),
- produksi perikanan tangkap,
- pariwisata bahari, dan
- pendapatan bidang transportasi laut lainnya (seperti : jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut)

Asumsi dan skenario naik turunnya pendapatan berdasarkan skenario kondisi Pemerintah daerah Non Kooperatif atau Kooperatif terhadap kebijakan TNI AL seperti ditunjukkan pada Tabel 5.13. Pendapatan yang didapat Pemerintah daerah jika Pemerintah daerah Non Kooperatif adalah Rp.115.540.347.000,-(Sangatta); Rp.664.243.125.000,-(Timika); Rp.63.008.205.000,-(Mataram); Rp.37.956.750.000,-(Kendari). Sedangkan Pendapatan daerah jika Pemda Kooperatif adalah Rp.103.442.593.000,-(Sangatta);Rp.594.692.963.000,-(Timika);Rp.59.288.444.000,-(Mataram); Rp.33.982.455.000,- (Kendari).

Analisa yang dapat dilakukan adalah bahwa jika pemerintah daerah Non Kooperatif terhadap kebijakan TNI AL, maka pendapatan daerah akan lebih tinggi, dibandingkan jika Pemerintah daerah Kooperatif, sesuai Tabel 5.13. Namun demikian Sustainability Pangkalan AL tetap menjadi pertimbangan Pemda dalam meningkatkan target pendapatan daerahnya, hal ini tercermin dari skenario-skenario kebijakan TNI AL dan Pemda yang telah diujikan pada Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

Adapun setelah disimulasikan atau dijalankan pada Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut, maka didapat skor Sustainability untuk tiap Pangkalan Angkatan Laut sebagai hasil simulasi *game theory* pada Skenario Pesimistik antar *player* TNI AL dan Pemerintah daerah sesuai Gambar 5.17 berikut :



Gambar 5.17. Hasil Skenario Pesimistik pada Sustainability Pangkalan AL

Pada Gambar 5.17, ditunjukkan bahwa pada skenario pesimistik memberikan hasil / dampak perubahan yang signifikan terhadap nilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut. Pada skenario pesimistik ini, terlihat bahwa Pangkalan AL Sangatta mempunyai nilai Sustainability yang lebih tinggi dibanding 3 (tiga) Pangkalan Angkatan Laut lainnya, dengan skor Sustainability : 15 th = 3,82 (rendah-warning), 30 th = 4,55 (sedang-moderate). Selanjutnya Pangkalan AL Timika memiliki skor Sustainability yang cukup rendah yaitu : 15 th = 3,23 (rendah-warning), 30 th = 3,95 (rendah-warning). Hasil ini merupakan kombinasi dari parameter kunci yang dirubah sesuai dengan Skenario Pesimistik atau skenario Non Kooperatif antar *stakeholder* pembuat kebijakan (TNI AL dan Pemerintah daerah).

5.4.2 Analisa Skenario Optimistik

Skenario Optimistik merupakan skenario kebijakan antara TNI AL dengan Pemerintah daerah yang saling mendukung, artinya baik TNI AL maupun Pemerintah daerah mempunyai kebijakan yang kooperatif satu dengan yang lainnya terhadap keberlanjutan fungsi Pangkalan Angkatan Laut di wilayah tersebut. Walaupun Pemerintah daerah mempunyai hak otonomi terhadap pengelolaan wilayah daerah maritimnya namun tetap kooperatif dalam mendukung sustainabilitas / keberlanjutan Pangkalan Angkatan Laut di wilayahnya.

Adapun nilai *Pay-off* yang didapat oleh masing-masing *player* atau stakeholder baik Pemerintah daerah maupun TNI AL dalam Skenario optimistik ini disajikan dalam Tabel 5.14. dan Tabel 5.15 berikut :

Tabel 5.14. *Pay-Off* TNI AL jika PEMDA Kooperatif

Skenario TNI AL	Uraian	Pay-Off
Pesimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainabilitas : Sanggata : 5,72 (<i>moderate</i>) Mataram : 4,92 (<i>warning</i>) Kendari : 4,86 (<i>warning</i>) Timika : 6,23 (<i>moderate</i>)
Optimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainabilitas : NB1 : 8,41 (<i>Sustainable</i>) NB2 : 7,61 (<i>Sustainable</i>) NB3 : 7,21 (<i>Sustainable</i>) NB4 : 8,97 (<i>Sustainable</i>)

Tabel 5.14. menunjukkan *Pay-Off* yang didapat TNI AL jika Pemerintah daerah Kooperatif. *Pay-off* tersebut berupa skor sustainabilitas pangkalan atau nilai keberlanjutan Pangkalan. Skor tersebut merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level *performance*

pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan.

Pada skenario Pemda Kooperatif - TNI AL pesimistik maka Skor Sustainability Pangkalan Sangatta adalah : 5,72 (*moderate*) ; Kendari : 4,92 (*moderate*) ; Mataram : 4,86 (*warning*) ; dan Timika : 6,23 (*moderate*).

Pada skenario Pemda Kooperatif - TNI AL optimistik maka Skor Sustainability Pangkalan Sangatta adalah : 8,41 (*sustainable*), Kendari : 7,61 (*sustainable*), Mataram : 7,21 (*sustainable*) dan Timika : 8,97 (*sustainable*).

Disini dapat dianalisa bahwa jika pemerintah daerah Kooperatif terhadap kebijakan TNI AL, maka sustainability pangkalan Angkatan Laut sebagai suatu dinamika sistem antar aspek teknis, ekonomi dan politik menjadi lebih tinggi, dibandingkan jika Pemerintah daerah menerapkan kebijakan Non Kooperatif. Hal ini tercermin dari skenario-skenario kebijakan yang telah diujikan pada Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

Tabel 5.15. *Pay-Off* PEMDA jika TNI AL Optimistik

Skenario PEMDA	Uraian	Pay-Off
Non Kooperatif ;	Pendapatan penuh pada : Pajak Perusahaan Maritim, Retribusi Daerah, Sewa Aset Daerah, Produksi perikanan tangkap, Pariwisata Bahari, Transportasi Laut (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 135.929.130.000,- (Sangatta) Rp. 781.462.500.000,- (Timika) Rp. 75.913.500.000,- (Mataram) Rp. 44.655.000.000,- (Kendari)
Kooperatif ;	Penurunan hingga 20% pajak perusahaan daerah maritim, penurunan hingga 20% retribusi daerah, penurunan 10% sewa aset tanah & bangunan, produksi perikanan tangkap pendapatan penuh, pariwisata bahari pendapatan penuh, Transportasi Laut pendapatan penuh (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 123.832.066.000,- (Sangatta) Rp. 711.912.338.000,- (Timika) Rp. 72.193.739.000,- (Mataram) Rp. 40.680.705.000,- (Kendari)

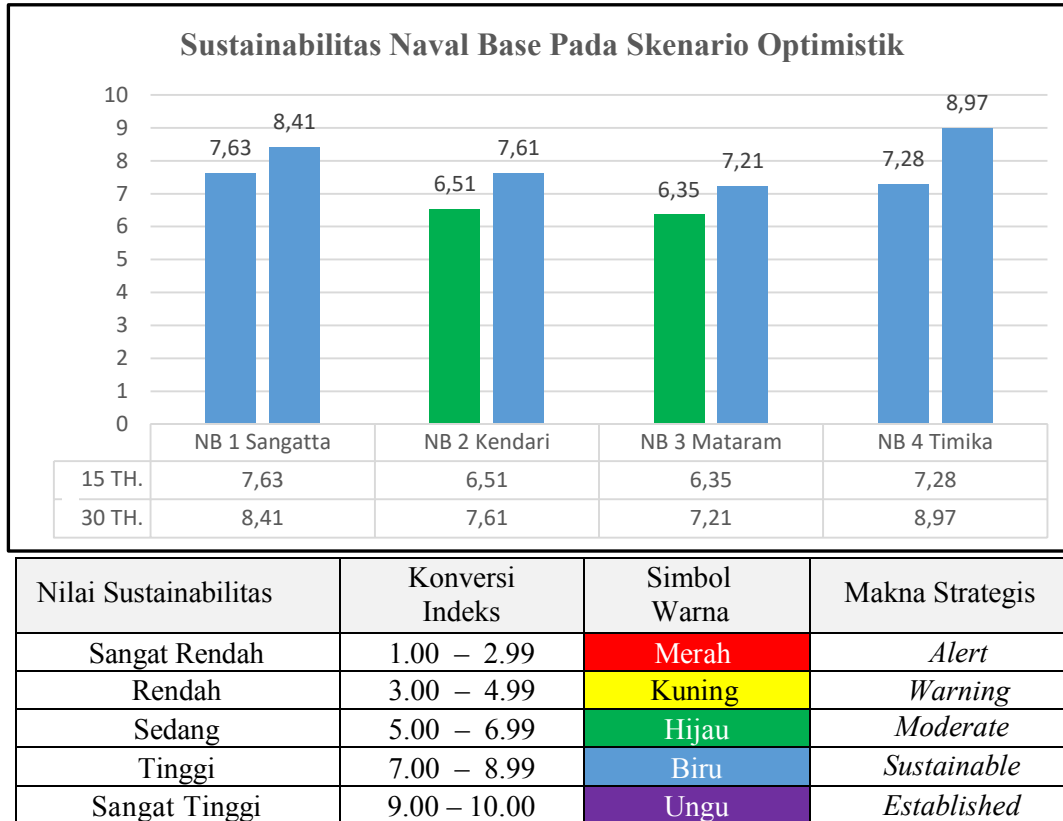
Tabel 5.15. menunjukkan *Pay-off* yang didapat Pemerintah daerah jika TNI AL optimistik. *Pay-off* tersebut berupa besaran pendapatan daerah yang diperoleh oleh Pemerintah daerah sebagai output dari skenario permainan / *game theory* jika TNI AL optimistik, sedangkan Pemerintah daerah memberikan respon kebijakan Non Kooperatif dan Kooperatif terhadap TNI AL. Adapaun pendapatan daerah tersebut diambil berdasarkan pos-pos pendapatan khusus bidang kemaritiman, yang meliputi :

- pajak perusahaan daerah (perusahaan maritim),
- pajak retribusi daerah (bidang maritim),
- sewa aset tanah & bangunan pemerintah daerah (bidang maritim),
- produksi perikanan tangkap,
- pariwisata bahari, dan
- pendapatan bidang transportasi laut lainnya (seperti : jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut)

Asumsi dan skenario naik turunnya pendapatan berdasarkan skenario kondisi Pemerintah daerah Non Kooperatif atau Kooperatif terhadap skenario TNI AL yang optimistik seperti ditunjukkan pada Tabel 5.15. Pendapatan daerah yang diperoleh Pemda jika Pemda Non Kooperatif adalah Rp. 135.929.130.000,- (Sangatta) ; Rp. 781.462.500.000,- (Timika) ; Rp. 75.913.500.000,- (Mataram) ; Rp. 44.655.000.000,- (Kendari). Sedangkan pendapatan daerah yang diperoleh Pemda jika Pemda Kooperatif adalah Rp. 123.832.066.000,- (Sangatta) ; Rp. 711.912.338.000,- (Timika) ; Rp. 72.193.739.000,- (Mataram) ; Rp. 40.680.705.000,- (Kendari).

Analisa yang dapat dilakukan adalah bahwa jika pemerintah daerah Non Kooperatif terhadap kebijakan TNI AL, maka pendapatan daerah akan naik lebih tinggi, dibandingkan jika Pemerintah daerah melakukan kebijakan Kooperatif, sesuai Tabel 5.13. Namun demikian Sustainability Pangkalan AL tetap menjadi pertimbangan Pemerintah daerah dalam meningkatkan target pendapatan daerahnya, hal ini tercermin dari skenario-skenario kebijakan TNI AL dan Pemda yang telah diujikan pada Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

Adapun setelah disimulasikan atau dijalankan pada Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut, maka didapat skor Sustainability untuk tiap Pangkalan Angkatan Laut sebagai hasil simulasi *game theory* pada Skenario Optimistik antara *player* TNI AL dan Pemerintah daerah sesuai Gambar 5.18 berikut.



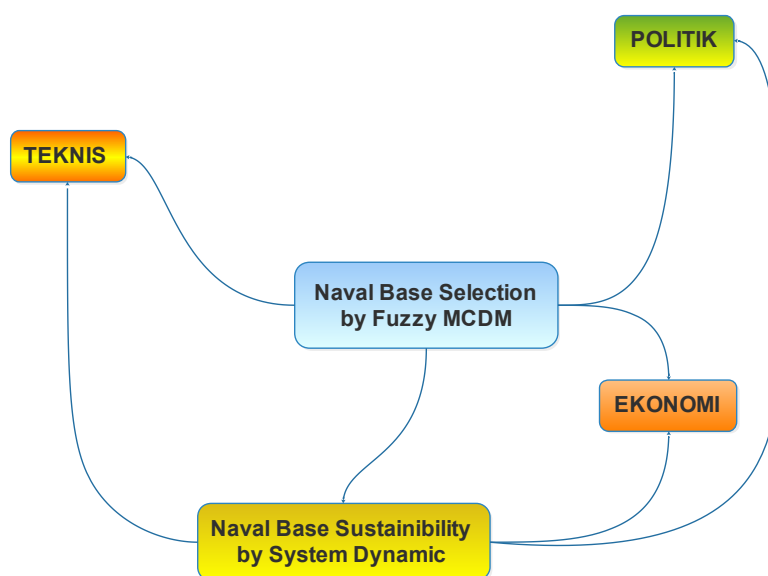
Gambar 5.18. Hasil Skenario Optimistik pada Sustainability Pangkalan AL

Pada Gambar 5.18, ditunjukkan bahwa skenario optimistik memberikan kontribusi yang signifikan terhadap nilai Sustainability Pangkalan AL. Skenario optimistik dalam hal ini berkontribusi dalam memperbaiki skenario sebelumnya, yaitu skenario pesimistik. Pada skenario ini, tentunya semua parameter kunci dinaikkan seiring dengan kebijakan yang kooperatif antara TNI AL dan Pemda, untuk memberikan dampak positif terhadap variabel Sustainability Pangkalan Angkatan Laut. Pada skenario optimistik ini, terlihat bahwa Pangkalan AL Timika mempunyai skor Sustainability yang lebih tinggi dibanding 3 (tiga) lokasi Pangkalan Angkatan Laut lainnya, dengan indeks Sustainability : 15 th = 7,63 (tinggi-sustainable), 30 th = 8,97 (tinggi-sustainable).

5.5. Analisa Pemetaan Kriteria dan Pembobotan Akhir

5.5.1 Integrasi Skor Sustainabilitas Pangkalan ke Sub-Model *Fuzzy MCDM*

Pada tahap ini dilakukan integrasi unsur sustainabilitas Pangkalan AL sebagai suatu sistem dimasukkan pada algoritma seleksi *Fuzzy MCDM*. Integrasi kedua metode ini diterapkan pada penilaian kriteria-kriteria aspek politik, teknis dan ekonomi dalam sebuah pemilihan Pangkalan Angkatan Laut sebagai suatu dinamika sistem yang berinteraksi antar aspek dan seluruh kriteria dalam pemodelan.



Gambar 5.19. Diagram Model Integrasi Sustainabilitas NavBase – Fuzzy MCDM

Pada gambar 5.19. Diagram model integrasi, bahwa unsur Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut menjadi kriteria penilaian sebagai suatu dinamika sistem pada algoritma seleksi metode *Fuzzy MCDM*. Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut diintegrasikan sebagai suatu kriteria dalam pemilihan Pangkalan Angkatan Laut selain kriteria politik, teknis dan ekonomi. Untuk selanjutnya nilai kriteria Sustainabilitas tersebut didapat dengan melakukan *looping* penilaian terhadap data-data aspek kriteria politik, teknis dan ekonomi sebagai suatu sistem dengan metode *System Dynamic*. Selanjutnya disusun tabel penilaian Bobot Pangkalan AL berdasarkan model *Fuzzy MCDM*- yang diintegrasikan pada Nilai Sustainabilitas Pangkalan AL untuk kondisi skenario Pesimistik dan Optimistik, seperti pada tabel 5.16.

Tabel 5.16. Input Skor Sustainability NavBase untuk 2 (dua) Kombinasi Skenario

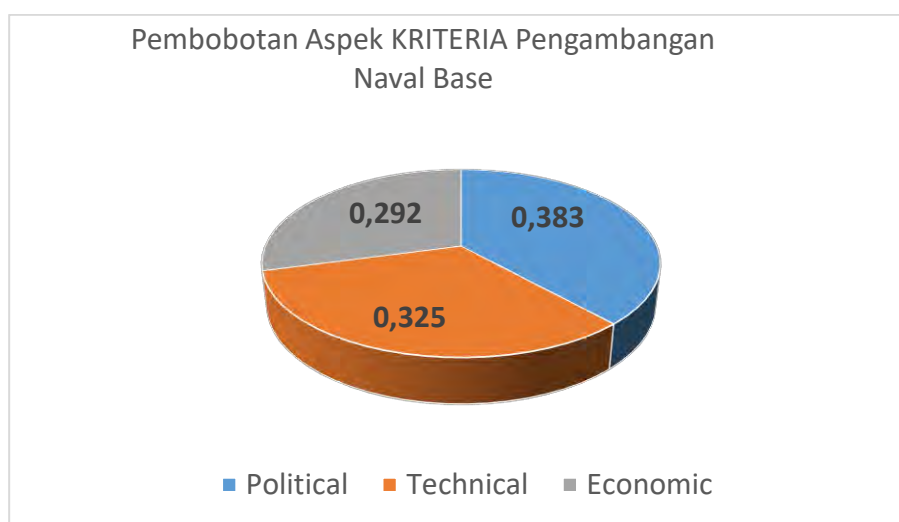
REKAPITULASI PENILAIAN RATING TIAP KRITERIA TIAP ALTERNATIF NAVAL BASE												
NO	KRITERIA	NAVAL BASE (NB)	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10
1	KERAWANAN DAERAH	NB1	8	7	9	8	8	7	9	8	8	7
		NB2	8	8	8	8	9	7	8	8	9	7
		NB3	7	5	7	7	7	6	7	7	7	6
		NB4	9	9	8	9	9	8	8	9	9	8
2	KONFLIK MASYARAKAT	NB1	6	5	7	8	5	8	7	8	5	8
		NB2	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7
		NB3	8	7	9	8	8	8	9	8	8	8
		NB4	7	6	7	7	6	6	7	7	6	6
3	KEJAHATAN LAUT	NB1	6	5	6	6	7	6	6	6	7	6
		NB2	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7
		NB3	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9
		NB4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	PELANGGARAN WILAYAH	NB1	7	6	6	7	8	7	6	7	8	7
		NB2	8	7	8	9	7	9	8	9	7	9
		NB3	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7
		NB4	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	NB1	6	7	7	6	8	7	7	6	8	7
		NB2	8	7	8	6	8	9	8	6	8	9
		NB3	9	8	7	9	8	7	7	9	8	7
		NB4	8	8	6	7	6	9	6	7	6	9
6	KONDISI GEOLOGI	NB1	7	6	8	6	5	7	8	6	5	7
		NB2	7	8	6	8	7	9	6	8	7	9
		NB3	8	8	8	8	8	9	8	8	8	9
		NB4	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
7	KONDISI GEOGRAFI	NB1	6	6	5	7	6	8	5	7	6	8
		NB2	7	7	6	8	9	7	6	8	9	7
		NB3	8	9	8	9	8	8	8	9	8	8
		NB4	7	6	7	5	8	8	7	5	8	8
8	KONDISI LINGKUNGAN	NB1	6	7	8	9	5	7	8	9	5	7
		NB2	7	7	7	7	6	6	7	7	6	6
		NB3	8	7	8	7	8	8	8	7	8	8
		NB4	6	7	6	8	5	9	6	8	5	9
9	KONDISI HINTERLAND	NB1	7	8	7	7	8	9	7	7	8	9
		NB2	5	7	5	8	6	7	5	8	6	7
		NB3	7	8	7	8	9	9	7	8	9	9
		NB4	7	7	8	7	5	8	8	7	5	8
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	NB1	6	8	8	7	8	8	8	7	8	8
		NB2	8	9	7	8	8	9	7	8	8	9
		NB3	9	9	10	10	9	9	10	10	9	9
		NB4	8	8	7	8	9	8	7	8	9	8
11	FASILITAS LOGISTIK	NB1	8	6	5	7	6	7	5	7	6	7
		NB2	8	7	8	6	8	7	8	6	8	7
		NB3	8	7	8	8	7	6	8	8	7	6
		NB4	9	9	8	9	9	8	8	9	9	8
12	FASILITAS REKREASI	NB1	7	8	6	7	8	5	6	7	8	5
		NB2	8	7	8	8	7	6	8	8	7	6
		NB3	7	8	6	7	8	5	6	7	8	5
		NB4	8	7	8	8	7	6	8	8	7	6
13	FASILITAS RUMKIT	NB1	7	6	8	8	5	8	8	8	5	8
		NB2	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
		NB3	8	8	8	8	8	9	8	8	8	9
		NB4	8	8	8	9	9	8	8	9	9	8
14	SUSTAINIBILITAS	NB1	Nilai sustainability dari model System Dynamic									
		NB2	Nilai sustainability dari model System Dynamic									
		NB3	Nilai sustainability dari model System Dynamic									
		NB4	Nilai sustainability dari model System Dynamic									

Skenario Pesimistik
 NB1 : 4,55
 NB2 : 4,31
 NB3 : 4,01
 NB4 : 3,95

Skenario Optimistik
 NB1 : 8,41
 NB2 : 7,61
 NB3 : 7,21
 NB4 : 8,97

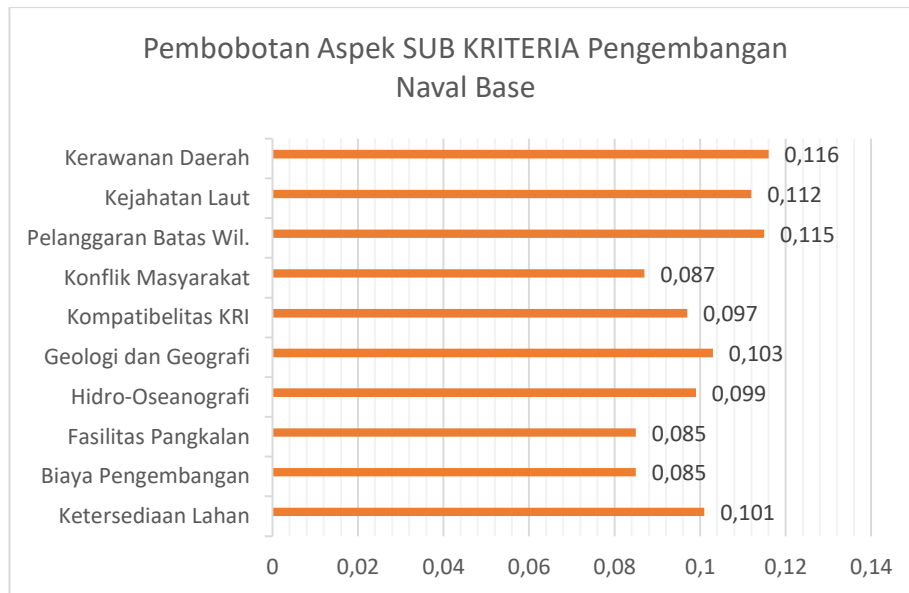
5.5.2 Pembobotan untuk Penentuan Lokasi Pangkalan AL

Berdasarkan pengolahan dan analisa pemodelan dengan integrasi algoritma Model *Fuzzy MCDM* dan Model *System Dynamic - Sustainability Naval Base* yang telah dilakukan sebelumnya secara sistematis dan mendetail, maka di dapatkan pembobotan akhir terhadap Aspek Kriteria dan Sub-sub Kriteria dalam Penentuan Pengembangan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut / *Naval Base Development* seperti pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.21.



Gambar 5.20. Bobot Aspek Kriteria Pengembangan *Naval Base*

Gambar 5.20. menunjukkan Aspek Politik menempati bobot tertinggi dalam pemilihan pengembangan lokasi pangkalan Angkatan Laut dengan nilai bobot 0.383, dilanjutkan dengan Aspek Teknis dengan nilai bobot 0.325 dan Aspek Ekonomi dengan bobot 0.292. Penilaian aspek-aspek penting dari kriteria politik (ancaman negara luar dan kerawanan daerah), kriteria teknis (kondisi geografi-hidro-oseanografi, fasilitas pelabuhan, kompatibilitas dan dispersi KRI) serta kriteria ekonomi (biaya pengembangan dan pengaruh injasmar / bisnis maritim) dapat dipetakan dengan algoritma model *Fuzzy MCDM* yang memberikan bobot penilaian yang sistematis dan menghilangkan subyektifitas penilaian dari para *expert judgement*.



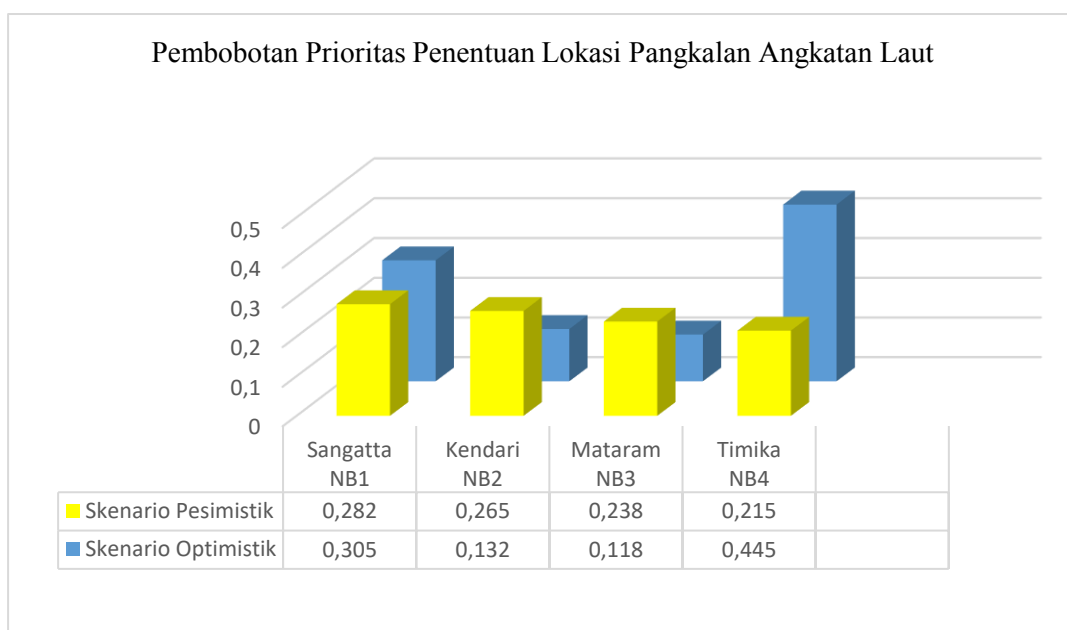
Gambar 5.21. Bobot Aspek Sub-Sub Kriteria Pengembangan *Naval Base*

Pada Gambar 5.21. ditunjukkan bahwa Kerawanan daerah bobot 0,116; Pelanggaran batas wilayah bobot 0,115; kejahatan laut bobot 0,112 serta kriteria Kondisi geologi dan geografi bobot 0,103 mempunyai tingkat bobot kepentingan yang tinggi dibanding sub-sub kriteria lainnya, seperti :

Konflik masyarakat	: 0,087	Kompatibilitas KRI	: 0,097
Hidro Oseanografi	: 0,099	Fasilitas Pangkalan	: 0,085
Biaya pengembangan	: 0,085	Ketersediaan Lahan	: 0,101

Hasil pembobotan ini dapat dijadikan dasar dan analisa penelitian, bahwa nilai pembobotan kriteria merupakan indikator parameter kunci skenario pada kebijakan sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut. Semakin tinggi nilai pembobotan kriteria dan sub kriteria maka semakin tinggi pula parameter itu dianggap sebagai parameter kunci. Parameter atau variable kunci tersebut dapat digunakan sebagai pijakan dasar perbaikan / *treatment* dan aksi yang menentukan hasil akhir dan merupakan output dari Model Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut, yang merupakan interaksi antar sistem, model dan *player* atau *stakeholder* pembuat kebijakan.

Berdasarkan pengolahan dan analisa pemodelan dengan integrasi algoritma Model *Covering Technique*, Model *Fuzzy MCDM* dan Model *Dynamic System - Sustainability Naval Base* yang telah dilakukan sebelumnya secara sistematis dan mendetail, maka di dapatkan bobot akhir terhadap alternatif lokasi Pangkalan Angkatan Laut / *Naval Base*, berdasarkan 2 (dua) kombinasi skenario, yaitu skenario pesimistik dan optimistik yang selanjutnya bisa dijadikan dasar dalam pengembangan Pangkalan Angkatan Laut Berkelanjutan / *sustainable naval base*. Berikut ini ditunjukkan Pembobotan Prioritas Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut hasil perhitungan simulasi seperti pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22. Bobot Prioritas untuk Pengembangan *Naval Base*

Pada Gambar 5.22. ditunjukkan pada Skenario Pesimistik bahwa *Naval Base* NB1 Sangatta memiliki bobot prioritas tertinggi, yaitu 0,282 ; selanjutnya NB2 Kendari 0,265 ; NB3 Mataram 0,238 dan NB4 Timika memiliki bobot prioritas 0,215. Akan tetapi pada Skenario Optimistik *Naval Base* NB4 Timika memiliki bobot prioritas tertinggi yaitu 0,445, disusul Sangatta memiliki bobot prioritas 0,305 ; Kendari 0,132 dan terakhir Mataram 0,118. Hal ini dapat dianalisa bahwa hasil pembobotan merupakan *treatment* atau aksi yang dilakukan pada parameter kunci skenario kebijakan Sustainability Pangkalan dengan melibatkan *player* dan merupakan output dari Model Sustainability Pangkalan, yang merupakan interaksi antar sistem pada model dan *player* atau *stakeholder* pembuat kebijakan.

Selanjutnya berdasarkan hasil pembobotan dan analisa hasil pada model sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut, maka disusun tabel yang lebih sistematis yaitu Tabel 5.17 dan Tabel 5.18 yang merupakan urutan prioritas pengembangan Pangkalan AL (*Naval Base*) pada skenario Pesimistik dan Optimistik yang merupakan bagian akhir *case study* penentuan lokasi pengembangan Pangkalan Angkatan Laut Indonesia :

Tabel 5.17. Urutan Prioritas Pengembangan *Naval Base* Skenario Pesimistik

Urutan	Skenario Pesimistik		
	<i>Naval Base</i>	Bobot	Skor Sustainabilitas
I	Sangatta	0,282	4,55
II	Kendari	0,265	4,31
III	Mataram	0,238	4,01
IV	Timika	0,215	3,95

Tabel 5.18. Urutan Prioritas Pengembangan *Naval Base* Skenario Optimistik

Urutan	Skenario Optimistik		
	<i>Naval Base</i>	Bobot	Skor Sustainabilitas
I	Timika	0,445	8,97
II	Sangatta	0,305	8,41
III	Kendari	0,132	7,61
IV	Mataram	0,118	7,21

Pada Tabel 5.17 dan 5.18 dapat ditunjukkan bahwa Pangkalan Sangatta pada Skenario Pesimistik memiliki prioritas pertama untuk dikembangkan menjadi Pangkalan Utama dengan bobot 0,282 dan skor sustainabilitas 4,55. Akan tetapi pada skenario Optimistik, Pangkalan Timika memiliki prioritas pertama untuk dikembangkan menjadi Pangkalan Utama dengan bobot 0,445 dan skor sustainabilitas 8,97. Urutan pengembangan Pangkalan AL di atas telah memasukkan Kriteria dan Faktor Sustainabilitas sebagai suatu model *System Dynamic* yang berinteraksi dalam algoritma model *Fuzzy MCDM* Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut berbasis Sustainabilitas, sehingga proses *developing case study model* selesai.

5.6. Analisa dan Kesimpulan Model Temuan

Pemilihan lokasi Pangkalan AL adalah suatu proses pengambilan keputusan dengan banyak kriteria (*MCDM*), yang melibatkan unsur-unsur obyektifitas dan subyektifitas, juga melibatkan data-data / variabel yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Kompleksnya variabel dan hubungan ketergantungan antar variabel dalam sistem, serta subyektifitas para *decision maker*. Selanjutnya keputusan optimasi pemilihan lokasi Pangkalan AL adalah bukan hanya untuk saat ini saja akan tetapi juga harus dipertimbangkan keberlanjutannya di masa yang akan datang. Dengan dasar itu maka penulis mengusulkan adanya suatu teknik pemilihan lokasi yang sangat spesifik berbeda dengan teknik pemilihan lokasi sebelumnya, lihat Tabel 1.1. Posisi dan Gap Penelitian serta Gambar 1.8. *Road Map* Penelitian, menjadi teknik atau metode penentuan lokasi telah diperbarui sebagai *novelty* penelitian.

Teknik penentuan lokasi yang diusulkan penulis adalah Model Penentuan Lokasi Berbasis Sustainabilitas, dengan *case study* Pengembangan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Indonesia. Model yang diusulkan ini merupakan Pengembangan dari teori konsep *Set Covering* (Daskin 1994, Heragu 1997), juga Pengembangan dari konsep *Fuzzy MCDM* (Zadeh 1965, Zimmerman 1985, Liang Wang, 1994) yang diintegrasikan dengan konsep *System Dynamic* (JW. Forrester 1994).

Metode yang diusulkan oleh penulis ini juga telah dilakukan komparasi / perbandingan dengan metode *MCDM* lainnya yang sudah umum dan sering digunakan yaitu Model *Fuzzy-AHP* (Saaty, 1994) seperti yang ditulis oleh Penulis dalam Paper Jurnal Internasional *IJOQM-Scopus* Vol. 23 March 2017 dengan judul “*Establishing The Location of Naval Base Using Covering Technique and Fuzzy MCDM Methods ; A Case Study*”.

MODEL PEMILIHAN LOKASI BERBASIS SUSTAINABILITAS

Case Study : Pangkalan AL Indonesia

Konsep Pengembangan & Prosedur

I. Covering Technique –Naval Base – Model

Pemodelan ini merupakan pengembangan dari konsep teori *Set Covering* yang diperkenalkan oleh Daskin (1994) dan Heragu (1997), :

$$\text{MINIMIZE} \quad \sum_{j \in J}^n X_j \quad (\text{Objective Function}) \quad \dots (5.1)$$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_{j \in N_i}^n X_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (\text{Constrain/Pembatas}) \quad \dots (5.2)$$

$$X_i \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (\text{Decision Variable}) \quad \dots (5.3)$$

Fungsi tujuan (*Objective Function*) untuk meminimalkan jumlah Lokasi (X_j) yang ditempatkan.

Fungsi pembatas (*Constrain*) menjamin bahwa setiap sektor di *cover* oleh sedikitnya satu Lokasi terpilih

Variabel keputusan (*Decision Variable*) merupakan keputusan “Ya” atau “Tidak” sebuah Lokasi dipilih sebagai *cover* lokasi lainnya di sektor tersebut.

Pengembangan Model yang dilakukan penulis adalah :

- Objective Function

Fungsi tujuan (*objective function*) dalam *Covering Technique Naval Base Model* ini difokuskan dengan pengembangan model sesuai dengan konsep *World Class Navy* dan *MEF (Minimum Essential Forces)*, sebagai berikut :

1. Memaksimalkan *Coverage Area* (CA) yang diamankan oleh Satuan Gugus Tugas KRI (X_k) di Sektor-sektor Operasi (j) atau *Trouble Spot Area* (h)

$$CA \text{ MAX} = \sum_{k \in K}^n \sum_{j \in J}^n X_{k,j;h} \quad \dots (5.4)$$

2. Meminimalkan Waktu Capaian (T) Satuan Gugus Tugas KRI (X_k) ke Sektor-sektor operasi (j) atau *Trouble Spot Area* (h)

$$T \text{ MIN} = \sum_{k \in K}^n \sum_{j \in J}^n X_{k,j;h} \quad \dots (5.5)$$

- Constrain / Pembatas

Fungsi *constrain* dalam *Covering Technique Naval Base Model* ini difokuskan dengan pengembangan Model sesuai dengan konsep *World Class Navy* dan *MEF (Minimum Essential Forces)*, dimana 1 (satu) sektor operasi *discover* oleh sedikitnya 1 (satu) pangkalan AL terhadap ancaman yang paling mungkin dan paling berbahaya (*most*

likely and most dangerous-trouble spot area), dengan capaian waktu penugasan tidak melebihi 1x24 jam dan tidak melebihi waktu endurance KRI.

1. Waktu Capaian *Deployment* (T) Satuan Gugus Tugas KRI dari pangkalan (X_p) ke *Trouble Spot Area 1 & 2*, (h_1, h_2) tidak melebihi 1 x 24 jam.

$$T.X_{p,h} \leq 1x24 \text{ jam} \quad \dots\dots\dots (5.6)$$

2. Waktu Capaian *Deployment* (T) Satuan Gugus Tugas KRI dari pangkalan (X_p) ke Sektor Operasi- j (*Rutin-Kamla*) tidak melebihi Endurance KRI (E).

$$T.X_{p,j} \leq E \quad \dots\dots\dots (5.7)$$

3. Jarak Pangkalan (yang terpilih) ke sektor operasi (D) tidak melebihi kemampuan maksimal jarak jelajah Satuan Gugus Tugas KRI (S)

$$D.X_{p,j} \leq S \quad \dots\dots\dots (5.8)$$

4. Sektor operasi- j di *cover* oleh sedikitnya satu pangkalan angkatan laut (X_p).

$$X_{p,j} \geq 1 \quad \dots\dots\dots (5.9)$$

- Decision Variabel

Variable keputusan *Covering Technique Naval Base Model* adalah dengan pengembangan model berupa Matrix *ZOMDV* (*Zero One Matrix Decision Variable*), Tabel 5.11, dengan bentuk variable keputusan adalah *integer* dan 0-1 (*zero-one*). Hasil : 0 (*zero*), artinya pangkalan- p tidak terpilih mengcover sektor operasi- j, dan hasil = 1 (*one*) artinya pangkalan- p terpilih mengcover sektor operasi- j,

Tabel 5.19. (*ZOMDV*) - *Zero-One Matrix Decision Variable*

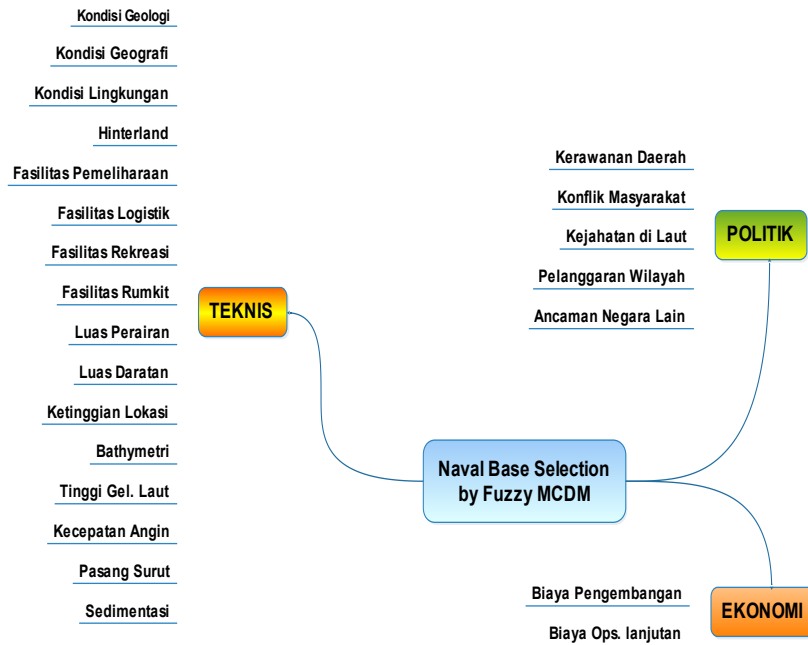
NAVAL BASE	OPERATING SECTOR				
	j-1	.	.	.	j-n
p-1	X 1,1	X 1,2	X 1,3	X 1,4	X 1,j
.	X 2,1	X 2,2	X 2,3	X 2,4	X 2,j
.	X 3,1	X 3,2	X 3,3	X 3,4	X 3,j
.	X 4,1	X 4,2	X 4,3	X 4,4	X 4,j
p-n	X k,1	X k,2	X k,3	X k,4	X k,j

$X_{p,j} = 0$, Tidak Terpilih

$X_{p,j} = 1$, Terpilih

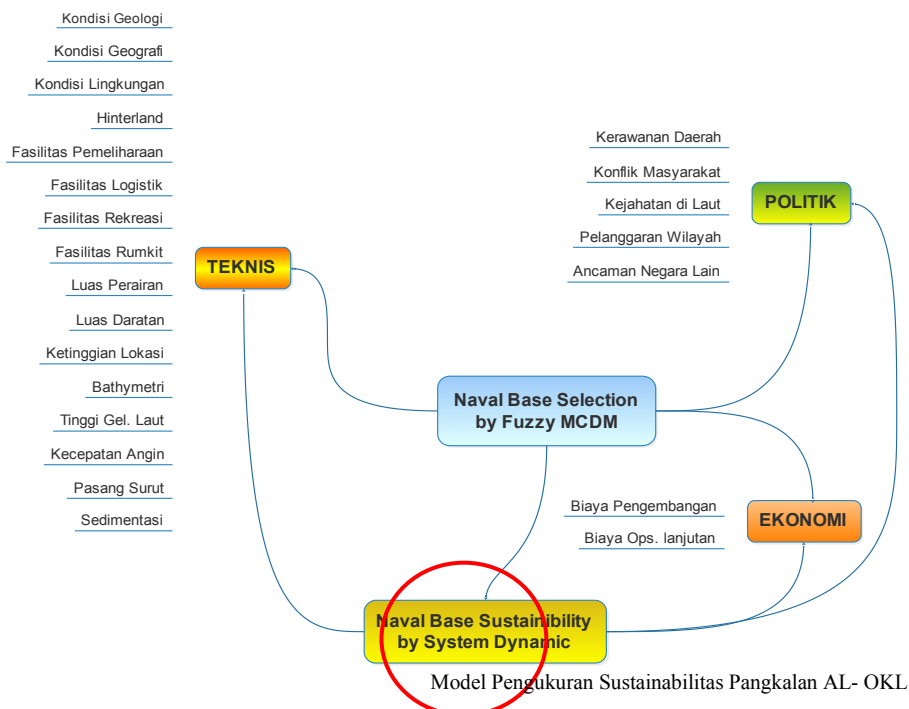
II. Integrasi dan Pengembangan *Fuzzy MCDM* dengan *System Dynamic*

Konsep dan teori *Fuzzy MCDM* yang diperkenalkan oleh Zadeh (1965), Zimmerman (1985) dan Liang Wang (1994) dan dapat diterapkan pada Pemilihan lokasi Pangkalan AL, sesuai Gambar 5.23 berikut ini :



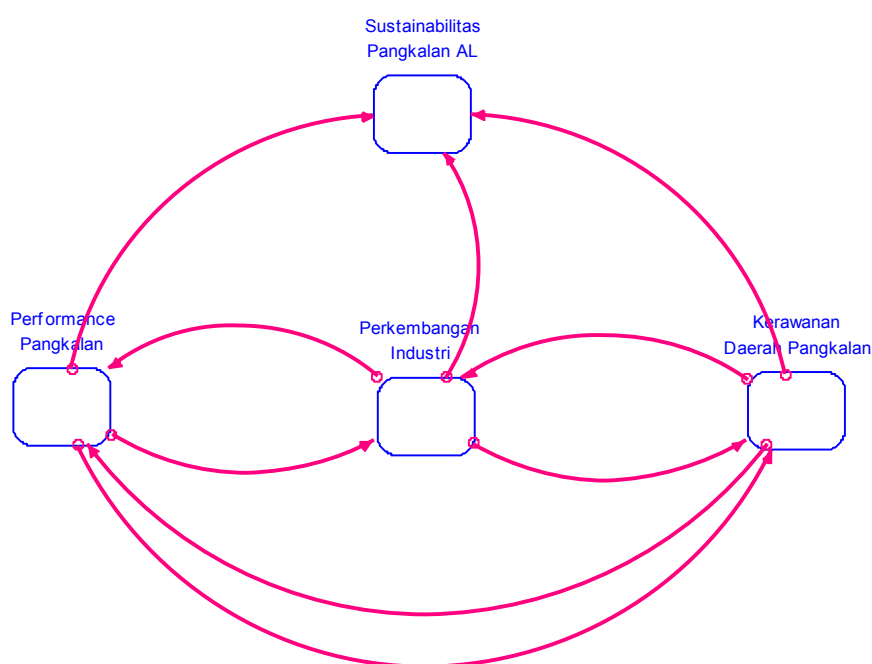
Gambar 5.23. Seleksi Model Fuzzy MCDM

Pengembangan versi penulis adalah adanya Integrasi antara metode *Fuzzy MCDM* dan metode *System Dynamic*, seperti pada Gambar 5.24. berikut ini :



Gambar 5.24. Model Integrasi Fuzzy MCDM – System Dynamic

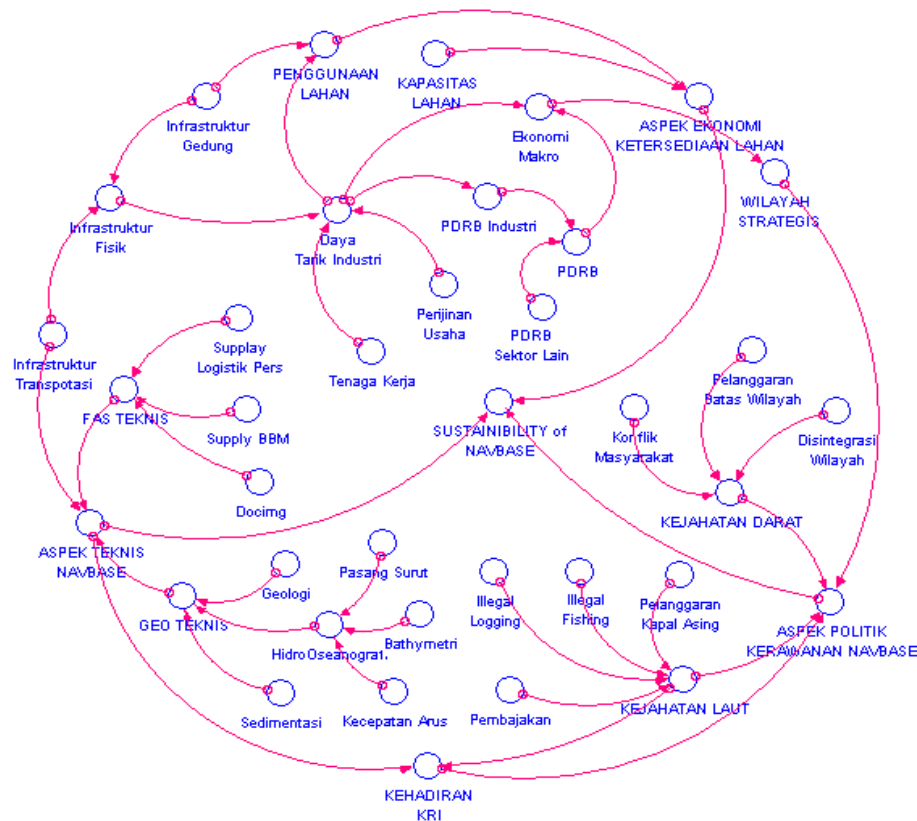
Pada gambar 5.24. Diagram model integrasi, dapat dijelaskan bahwa unsur Sustainability Pangkalan Angkatan Laut sebagai suatu dinamika sistem dimasukkan pada algoritma seleksi metode *Fuzzy MCDM* sebagai suatu kriteria dalam pemilihan Pangkalan Angkatan Laut selain kriteria politik, teknis dan ekonomi. Untuk selanjutnya nilai kriteria Sustainability tersebut didapat dengan melakukan *looping* penilaian terhadap data-data aspek kriteria politik, teknis dan ekonomi sebagai suatu sistem yang berinteraksi antar aspek, seperti yang diusulkan oleh penulis pada Gambar 5.25. berikut ini :



Gambar 5.25. Model Pengukuran Sustainability Pangkalan Angkatan Laut

Gambar 5.25. menunjukkan bahwa model pengukuran nilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut ini merupakan suatu aspek kriteria pada Model seleksi Fuzzy MCDM (selain aspek politik, teknis dan ekonomi), yaitu dengan melakukan *looping* penilaian secara mendalam kepada aspek-aspek politik, teknis dan ekonomi sebagai suatu sistem yang berinteraksi dalam Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

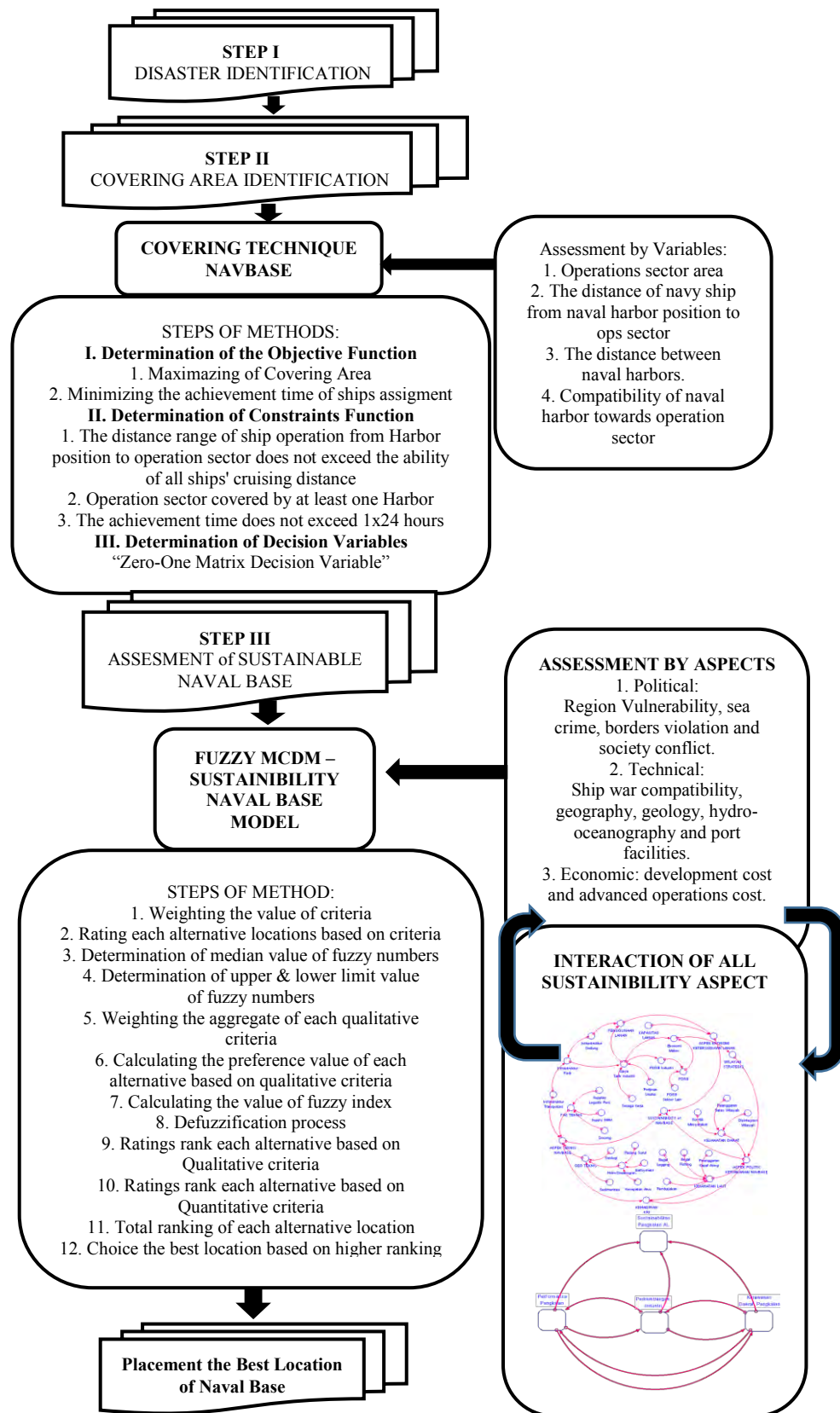
III. Sustainability Naval Base - Model



Gambar 5.26. *Sustainability Naval Base Model*

Penyusunan model selanjutnya adalah *causal loop diagram* pemodelan sesuai Gambar 5.26. *Sustainability Naval Base Model*, yang merupakan pengembangan dari teori dan konsep *System Dynamic* yang diperkenalkan oleh JW Forrester (1994). Pendekatan *system dynamics* merupakan kombinasi antara teori, metode, dan filosofi untuk menganalisa perilaku sebuah sistem yang bersifat dinamis dengan membangun model umum (*generic model*) yang mudah dipahami atas terjadinya interaksi antar variabel sebagai suatu sistem. Pada kesempatan ini penulis membangun Model Sustainability Pangkalan Angkatan Laut sebagai salah satu langkah dalam pemilihan lokasi Pangkalan yang berbasis Sustainability. Model ini bersifat *generic* yang dapat digunakan untuk menilai dan mengukur Sustainability suatu lokasi Pangkalan Angkatan Laut atau lokasi lainnya, dan juga bisa mendapatkan *treatment* / perbaikan atau kebijakan apa yang harus dilakukan untuk menaikkan, mempertahankan bahkan menurunkan nilai Sustainability Pangkalan Angkatan Laut.

Prosedur Langkah-langkah **MODEL PENENTUAN LOKASI BERBASIS SUSTAINABILITAS.**



Gambar 5.27. Langkah dan Prosedur Model Penentuan Lokasi Pangkalan AL Berbasis Sustainabilitas. 175

Keterangan Gambar 5.27. Prosedur dan Langkah Model.

MODEL PENENTUAN LOKASI PANGKALAN ANGKATAN LAUT BERBASIS SUSTAINABILITAS

I. Tahap I, *Disaster Identification*, yaitu analisa dan identifikasi variabel ancaman bencana alam gempa dan tsunami pada lokasi eksisting yang disusun berdasarkan peta Zonasi Gempa Balitbang Kementrian PU dan Zonasi Bahaya Tsunami BNPB yang paling *Up to Date*, untuk seluruh daerah di Indonesia berdasarkan faktor percepatan puncak (PGA) pada batuan dasar, untuk *probability excedeence* 10 % dalam 50 tahun, peta jalur patahan dan sesar. Faktor percepatan puncak (PGA) adalah percepatan rambat gelombang gempa dari batuan dasar ke permukaan tanah. Semakin tinggi PGA maka semakin tinggi kerawanan daerah tersebut terhadap gempa. Dengan asumsi *probability excedeence* 10 % dalam 50 tahun dan berdasarkan Peta Hazard Gempa dan Tsunami.

II. Tahap II, *Covering Identification*, yaitu analisa dan pemodelan *Covering Techinque Naval Base* dimana dengan pemilihan Pangkalan yang tepat, dengan varibel-variabel data : (1) Luas sektor operasi, (2) Jarak pangkalan ke sektor operasi, (3) Jarak antar pangkalan, (4) Performance, Kecepatan, kemampuan jelajah dan radar KRI, (5) Lokasi ancaman di titik *trouble spot area*, maka harus dapat memenuhi unsur :

- **Objective Function / Goal**, difokuskan dengan:

1. Memaksimalkan *Coverage Area* (CA) yang diamankan oleh Satuan Gugus Tugas KRI (Xk) di Sektor-sektor Operasi (j) atau *Trouble Spot Area* (h)

$$CA \text{ MAX} = \sum_{k \in K} \sum_{j \in J}^n X_{k,j,h} \quad \dots\dots\dots (5.10)$$

2. Meminimalkan Waktu Capaian (T) Satuan Gugus Tugas KRI (Xk) ke Sektor-sektor operasi (j) atau *Trouble Spot Area* (h)

$$T \text{ MIN} = \sum_{k \in K} \sum_{j \in J}^n X_{k,j,h} \quad \dots\dots\dots (5.11)$$

- **Constrain / Pembatas**

1. Waktu Capaian *Deployment* (T) Satuan Gugus Tugas KRI dari pangkalan (Xp) ke *Trouble Spot Area 1 & 2*, (h1, h2) tidak melebihi 1 x 24 jam.

$$T.X_{p,h} \leq 1 \times 24 \text{ jam} \quad \dots\dots\dots (5.12)$$

2. Waktu Capaian *Deployment* (T) Satuan Gugus Tugas KRI dari pangkalan (Xp) ke Sektor Operasi- j (*Rutin-Kamla*) tidak melebihi Endurance KRI (E).

$$T.Xp,j \leq E \quad \text{..... (5.13)}$$

3. Jarak Pangkalan (yang terpilih) ke sektor operasi (D) tidak melebihi kemampuan maksimal jarak jelajah Satuan Gugus Tugas KRI (S)

$$D.Xp,j \leq S \quad \text{..... (5.14)}$$

4. Sektor operasi- j di *cover* oleh sedikitnya satu Pangkalan AL (Xp).

$$Xp,j \geq 1 \quad \text{..... (5.15)}$$

- Decision Variabel

Variable keputusan ***Covering Technique Naval Base – Model*** adalah d Matrix *ZOMDV* (*Zero One Matrix Decision Variable*), dengan bentuk variable keputusan adalah *integer* dan 0-1 (*zero-one*).

III. Tahap III, *Assesment of Naval Base Sustainability*, yaitu analisa dan pemodelan integrasi dan pengembangan metode *Fuzzy MCDM* dengan metode *System Dynamic* (*JW. Forester*) yang bertujuan untuk memberikan pembobotan pada kandidat pangkalan AL berdasarkan aspek-aspek politik, teknis dan ekonomi dan menilai keberlanjutan lokasi Pangkalan AL sebagai **suatu sistem yang berinteraksi**, dari aspek politik, teknis dan ekonomi untuk dimensi waktu tertentu.

Langkah secara detail sebagai berikut :

1. Menabelkan hasil pembobotan penilaian tingkat kriteria untuk mendapatkan nilai bobot agregasinya dari para *Expert Judgement* (E1-E10) dari aspek politik, teknis dan ekonomi.
2. Menabelkan hasil rating penilaian atau preferensi untuk masing-masing Alternatif Pangkalan Angkatan Laut (Naval Base: NB) untuk masing kriteria-kriteria berdasarkan penilaian para *Expert Judgement* (E1-E10) dan pengambilan data dokumen.
3. Menentukan nilai tengah bilangan *fuzzy*, dengan cara menjumlahkan nilai yang muncul di setiap level skala linguistik dan kemudian membagi hasil penjumlahan tersebut dengan jumlah kriteria yang nilainya masuk ke dalam level penilaian linguistik tersebut. Adapun notasi matematiknya adalah sebagai berikut:

$$a_t = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_j T_{ij}}{\sum_{i=1}^k n_{ij}} \quad \dots\dots\dots (5.16)$$

a_t = nilai tengah bilangan *fuzzy* untuk level

T = level penilaian sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

n = jumlah faktor skala dari skala linguistik T untuk alternatif ke-1 dari faktor ke-i

T_{ij} = nilai numerik dari skala linguistik T untuk alternatif ke-1 dari faktor ke-j.

4. Menentukan nilai batas bawah dan nilai batas atas bilangan *fuzzy*, dimana nilai batas bawah ($c_t = b(i - 1)$) sama dengan nilai tengah level di bawahnya, sedangkan untuk nilai batas atas ($b_t = b(i - 1)$) adalah sama dengan nilai tengah level di atasnya.

5. Menentukan bobot agregat dari masing-masing kriteria, karena dalam penelitian ini digunakan bentuk penilaian linguistik yang telah mempunyai definisi bilangan *fuzzy triangular*, maka proses agregasi yang dilakukan adalah dengan mencari nilai agregat dari masing-masing nilai batas bawah (c), nilai tengah (a) dan nilai batas atas (b), yang dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$c_t = \frac{\sum_{j=1}^n c_{tj}}{n} \quad a_t = \frac{\sum_{j=1}^n a_{tj}}{n} \quad b_t = \frac{\sum_{j=1}^n b_{tj}}{n} \quad \dots\dots\dots (5.17)$$

Dimana:

c_{tj} = nilai batas bwh kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j

a_{tj} = nilai tengah kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j

b_{tj} = nilai batas atas kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j

n = jumlah penilai (pembuat keputusan)

Nilai agregatnya adalah $N_t = (c_j, a_j, b_j)$

N_t = nilai bobot agregasi untuk kriteria kualitatif ke-t

6. Menghitung nilai preferensi setiap alternatif berdasarkan kriteria kualitatif. Dalam perhitungan bobot agregat masing-masing alternatif untuk tiap-tiap kriteria dapat dicari nilai *fuzzy* agregatnya dengan model sebagai berikut:

$$q_t = \frac{\sum_{j=1}^n q_{tj}}{n} \quad o_t = \frac{\sum_{j=1}^n o_{tj}}{n} \quad p_t = \frac{\sum_{j=1}^n p_{tj}}{n} \quad \dots\dots\dots (5.18)$$

q_{itj} = nilai batas bawah alternatif untuk kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j.

o_{itj} = nilai tengah alternatif untuk kriteria kualitatif ke-t pembuat keputusan ke-j.

p_{itj} = nilai batas atas alternatif untuk kriteria kualitatif ke-t oleh pembuat keputusan ke-j.

n = jumlah penilai (pembuat keputusan).

Nilai agregatnya adalah $M_{itj} = (q_{it}, o_{it}, p_{it})$

M_{itj} = nilai bobot agregasi untuk alternatif ke-i untuk kriteria kualitatif ke-t.

7. Menghitung nilai indeks *fuzzy* dari hasil penilaian setiap alternatif untuk kriteria kualitatif yang dinotasikan dengan G_i . Terlebih dahulu didapatkan nilai M_{it} dan N_t , untuk mendapatkan nilai index kecocokan *fuzzy* G_i untuk tiap-tiap kriteria subyektif. Di sini G_i bukan merupakan bilangan *fuzzy triangular*, melainkan bilangan *fuzzy*:

$$G_i = (Y_i, Q_i, Z_i, H_{i1}, T_{i1}, H_{i2}, U_{i1}), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots (5.19)$$

Nilai indeks *fuzzy* tersebut didapatkan dengan cara mengoperasikan setiap elemen bilangan *fuzzy triangular* dari hasil nomor 2 dan 4 dengan notasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T_{i1} &= \frac{\sum_{t=1}^k (o_{it} - q_{it})(a_t - c_t)}{k} \\ T_{i2} &= \frac{\sum_{t=1}^k [q_{it}(a_t - c_t) + c_t(o_{it} - q_{it})]}{k} \\ U_{i1} &= \frac{\sum_{t=1}^k (p_{it} - o_{it})(b_t - a_t)}{k} \\ U_{i2} &= \frac{\sum_{t=1}^k [b_t(o_{it} - p_{it}) + p_t(a_t - b_t)]}{k} \\ H_{i1} &= \frac{T_{i2}}{2T_{i1}} \\ H_{i2} &= -\frac{U_{i2}}{2U_{i1}} \\ Y_i &= \frac{\sum_{t=1}^k q_{it}c_t}{k} \\ Q_i &= \frac{\sum_{t=1}^k o_{it}a_t}{k} \\ Z_i &= \frac{\sum_{t=1}^k p_{it}b_t}{k} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (5.20)$$

8. Menghitung nilai utilitas setiap alternatif untuk kriteria kualitatif.

$$\begin{aligned}
 U_t(G_t) &= \frac{1}{2} \left[H_{i2} - \left(H_{i2}^2 + \frac{X_R - Z_i}{U_{i1}} \right)^{\frac{1}{2}} + 1 + H_{i1} - \left(H_{i1}^2 + \frac{X_L - Y_i}{T_{i1}} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \\
 X_R &= \frac{1}{2} \left\{ 2x_1 + 2H_{i2}(x_2 - x_1) + \frac{(x_2 - x_1)^2}{U_{i1}} \right. \\
 &\quad \left. - (x_2 - x_1) \left[\left(2H_{i2} + \frac{(x_2 - x_1)^2}{U_{i1}} + 4 \frac{x_1 - z_1}{U_{i1}} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \\
 X_L &= \frac{1}{2} \left\{ 2x_2 + 2H_{i1}(x_2 - x_1) + \frac{(x_2 - x_1)^2}{T_{i1}} \right. \\
 &\quad \left. - (x_2 - x_1) \left[\left(2H_{i2} + \frac{(x_2 - x_1)^2}{T_{i1}} + 4 \frac{x_1 - z_1}{T_{i1}} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad \dots\dots\dots (5.21)
 \end{aligned}$$

Adapun tahap pertama yang dilakukan adalah mencari nilai defuzzifikasi kriteria dan preferensi alternatif terhadap kriteria, dimana metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode centroid. Rumus dari defuzzifikasi kriteria adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Defuzzifikasi } N_{it} &= \frac{\left[\int_{c_t}^{a_t} \frac{(x - c_t)}{(a_t - c_t)} x dx + \int_{a_t}^{b_t} \frac{(x - b_t)}{(a_t - b_t)} x dx \right]}{\left[\int_{c_t}^{a_t} \frac{(x - c_t)}{(a_t - c_t)} dx + \int_{a_t}^{b_t} \frac{(x - b_t)}{(a_t - b_t)} dx \right]} \\
 \text{dengan :} \quad t &= \text{kriteria } 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots\dots\dots (5.22)
 \end{aligned}$$

Sedangkan rumus penentuan nilai defuzzifikasi untuk preferensi alternatif terhadap kriteria kualitatif adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Defuzzifikasi } M_{it} &= \frac{\left[\int_{q_{it}}^{o_{it}} \frac{(x - q_{it})}{(o_{it} - q_{it})} x dx + \int_{o_{it}}^{p_{it}} \frac{(x - p_{it})}{(a_t - p_{it})} x dx \right]}{\left[\int_{q_{it}}^{o_{it}} \frac{(x - q_{it})}{(o_{it} - q_{it})} dx + \int_{o_{it}}^{p_{it}} \frac{(x - p_{it})}{(a_t - p_{it})} dx \right]} \\
 \text{dengan :} \quad i &= \text{alternatif } 1, 2, 3, \dots, m; \\
 t &= \text{kriteria } 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots\dots\dots (5.23)
 \end{aligned}$$

9. Menghitung nilai rangking setiap alternatif berdasarkan kriteria kualitatif dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ST_i = \frac{U_T(G_i)}{\sum_{i=1}^m U_T(G_i)} \quad \dots\dots\dots (5.24)$$

ST_i = nilai rangking alternatif *Naval Base* (NB) ke-i berdasarkan kriteria kualitatif.

10. Menghitung nilai rangking setiap alternatif berdasarkan kriteria kuantitatif dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$OT_i = \frac{\sum_{j=1}^p [T_{ij} l(\sum_{i=1}^m T_{ij})]}{p} \quad \dots\dots\dots (5.25)$$

T_{ij} = nilai dan bobot dari alternatif ke-i untuk kriteria kuantitatif ke-j

M = jumlah alternatif lokasi *Naval Base* (NB)

p = jumlah kriteria kuantitatif

OT_i = nilai rangking alternatif ke-i berdasar kriteria kuantitatif

11. Menghitung nilai rangking total (akhir) setiap alternatif untuk kriteria kualitatif dan kriteria kuantitatif dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FT_i = \frac{ST_i + OT_i}{\sum V_k}, 0 \leq x \leq 1 \quad \dots\dots\dots (5.26)$$

ST_i = nilai rangking alternatif ke-i berdasarkan kriteria kualitatif.

OT_i = nilai rangking alternatif ke-i berdasar kriteria kuantitatif

$\sum V_k$ = jumlah variabel

FT_i = nilai rangking total untuk alternatif ke-i

12. Memilih alternatif terbaik berdasarkan nilai rangking yang tertinggi.
Berdasarkan analisa pemodelan dengan algoritma Model *Fuzzy MCDM* dan *looping System Dynamic* yang telah dilakukan di atas maka di dapatkan perangkingan terhadap alternatif lokasi Pangkalan Angkatan Laut / *Naval Base* yang bisa dikembangkan untuk Pangkalan Angkatan Laut Berkelanjutan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari serangkaian kegiatan penelitian, penyusunan model serta analisa hasil secara keseluruhan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemodelan multi kriteria pemilihan lokasi dapat dilakukan sesuai model temuan penelitian ini, yaitu : *Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Berbasis Sustainability* (Suharyo, 2017) dengan *case study* Pengembangan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Indonesia. Teknik ini merupakan modifikasi dan melengkapi kelemahan dari teknik-teknik penentuan lokasi sebelumnya dengan menambahkan aspek penilaian berbasis keberlanjutan lokasi, sebagai suatu sistem yang saling berinteraksi. Ada 3 (tiga) tahapan utama dalam model ini yang meliputi : .
 - a. Tahap I, *Disaster Identification*, yaitu analisa dan identifikasi variabel ancaman bencana alam gempa dan tsunami pada lokasi eksisting.
 - b. Tahap II, *Covering Identification*, yaitu analisa dan pemodelan *covering area* Pangkalan yang merupakan pengembangan konsep *Set Covering*, menjadi Sub-Model *Covering Technique Naval Base* (Suharyo, 2017).
 - c. Tahap III, *Assesment of Naval Base Sustainability*, yaitu analisa dan pemodelan integrasi metode *Fuzzy MCDM-System Dynamic* yang menjadi Sub-Model *Sustainability of Naval Base* (Suharyo, 2017), yang bertujuan memberikan pembobotan pada kandidat pangkalan dan mengukur keberlanjutan pangkalan dalam dimensi aspek, spasial dan waktu tertentu.
 - d. Model ini telah melalui validasi yaitu (1) validasi internal berupa: verifikasi *unit* dan *equation*, uji struktur model, uji kecukupan batasan, uji parameter, uji kondisi ekstrim dan (2) validasi eksternal berupa uji perbandingan antara data hasil simulasi dengan data pada kondisi *real*. Model ini bersifat generik dan dapat dimodifikasi kesesuaian variabelnya.
2. Pemetaan aspek-aspek penting dari kriteria politik (ancaman negara luar dan kerawanan daerah), kriteria teknis (kondisi geografi-hidro-oseanografi, fasilitas pelabuhan, kompatibilitas dan dispersi KRI) serta kriteria ekonomi

(biaya pengembangan dan pengaruh injasmar / bisnis maritim) dapat dilakukan dengan pengembangan algoritma *Fuzzy MCDM* yang diintegrasikan model *System Dynamic*, dengan memberikan bobot penilaian yang sistematis dan menghilangkan subyektifitas penilaian dari para *expert judgement*.

Aspek Politik menempati bobot tertinggi dalam kriteria pemilihan pengembangan lokasi pangkalan dengan bobot 0.383, dilanjutkan dengan Aspek Teknis dengan bobot 0.325 dan Aspek Ekonomi dengan bobot 0.292.

Selanjutnya untuk bobot sub-sub kriteria :

Kerawanan daerah	: 0,116	Kejahatan laut	: 0,112
Pelanggaran batas wilayah	: 0,115	Konflik masyarakat	: 0,087
Kompatible KRI	: 0,097	Geologi & geografi	: 0,103
Hidro Oseanografi	: 0,099	Fasilitas Pangkalan	: 0,085
Biaya pengembangan	: 0,085	Ketersediaan lahan	: 0,101

3. Berdasarkan hasil analisa dan simulasi pada Model Penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Berbasis Sustainiabilitas yang meliputi : tahap *Disaster Identification*, tahap Sub-Model *Covering Technique* dan tahap Sub-Model *Sustainability of Naval Base*, didapatkan 4 lokasi Pangkalan yang paling *feasible* untuk dikembangkan menjadi Pangkalan Utama, yaitu : Lokasi Pangkalan Sangatta , Timika, Kendari, dan Mataram.
4. Analisa keberlanjutan Pangkalan Angkatan Laut yang terpilih dapat dilakukan dengan membuat skenario peluang, ancaman dan kebijakan pada model *Sustainability of Naval Base* berdasarkan *Game Theory* dengan menentukan *player* sebagai agen pembuat kebijakan. Ada 2 (dua) *player* yaitu TNI AL dan Pemda, serta ada 6 (enam) skenario kebijakan parameter kunci dan 2 (dua) skenario kombinasi pesimistik dan optimistik yang dilakukan dalam dimensi waktu penilaian 15 dan 30 th. Hasil pengolahan data dan simulasi model didapatkan: pada Skenario Pesimistik, Sangatta terpilih sebagai lokasi yang pertama kali siap dikembangkan dengan skor sustainabilitas 4,55. Sedangkan pada Skenario Optimistik, Timika terpilih dengan skor sustainabilitas 8,97 berdasarkan interaksi dinamika sistem aspek politik, teknis dan ekonomi.

6.3. Saran

Setelah melakukan penelitian disertasi ini, beberapa saran dan masukan dalam rangka pengembangan penelitian dan penyempurnaan model yang dihasilkan ke depan, diantaranya sbb.:

1. Perlu kajian lebih lanjut tentang analisa gempa dan tsunami yang lebih dalam dan detail sebagai salah satu faktor teknis dalam pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut, yang tidak terbatas pada Peta Zonasi Gempa Balitbang Kementrian PU tahun 2012 dan Peta Zonasi Ancaman Bencana Tsunami BNPB tahun 2012.
2. Model ini dapat dikembangkan kembali kesesuaiannya untuk Pangkalan Angkatan Laut daerah atau wilayah tertentu atau bahkan negara lain, dengan memodifikasi pada variabel yang signifikan berpengaruh, sesuai kondisi tiap-tiap aspek di wilayah / negara tersebut.

“JALESVEVA JAYAMAHE”

Knowledge is Power but Character is much more

DAFTAR PUSTAKA

- Departement of Defense USA, 2010, *Military Harbors and Coastal Facilities*, UFC USA.
- Departement of Defense USA, 2010, *Drydocking Facilities & Characteristic*, UFC USA.
- Departement of US Navy, 2014, *USA Naval Base*, San Diego USA.
- Djauhar Manfaat, 1998, *Computer-based Approach to the Effective Utilisation of Spatial Layout Design Experience*, The University of Strathclyde Glasgow, UK
- France La Royale Navy, 2015, *France Naval Base*, Cherbourg, France
- Hamdy, A Taha , 1996, *Operation Research Seventh Edition*, Prentice Hall, New Jersey USA.
- H.K. Chiou, G.H. Tzeng, D.C. Cheng, 2011, *Evaluating Sustainable Fishing Development Strategis Using Fuzzy MCDM approach*, Science Direct Journal.
- Hongzhong, Ordonez, Dessouky, 2010, *Solution approaches for facility location of medical supplies for large-scale emergencies*, Science Direct Journal.
- International Association of Ports and Harbours IAPH, 2001, *Guidelines for Port Planning and Design*, Japan.
- Jay W. Forester, 1994, *System Dynamic, System Thinking and Soft OR*, Massachusetts Institute of Technology.
- Kunal kumar, Souvonik Roy, Harinaraya, 2013, *Optimization in Site Selection of Wind turbine for energy Using Fuzzy and GIS*, Journal of Scientific Research.
- Mabes TNI AL, 2005, *Standarisasi Pangkalan TNI AL*, Disfaslanal Jakarta.
- Mabes TNI AL, 2005, *Konsep Pembangunan TNI AL sd. 2024*, Jakarta.
- Mabes TNI AL, 2012, *Postur TNI AL sd. 2024*, Mablesal, Jakarta.
- Maurommati, Bithas, Panayiotidis, 2013, *Operationalizing Sustainability In Urban Coastal Systems: A System Dynamics Analysis*, Science Direct Journal.
- M. Elrefaie, S. Herrmann, 2012, *System Dynamic Approach For Coastal Nature Conservation*, Journal of Scientific Research.
- Morteza, Kermanshah, Maamdoohi, Faghri, Hamad, 2012, *A Mathematical Optimization Model for Locating Telecenters*, Journal of Scientific Research.

- Okol Sri Suharyo, 2006, *Optimization Model of The Fleet Placement, A Case study of Indonesian Naval Patrolling Ship*, ITS Surabaya Thesis.
- Okol Sri Suharyo, D Manfaat, Haryo D Armono, 2017, *Establishing the Location of Naval Base Using Fuzzy MCDM and Covering Technique Methods*, International Journal of Operations and Quantitative Management, IJOQM USA, Vol 23 Issue 1, March 2017.
- Peraturan Pemerintah RI No. 69, 2001, *Kepelabuhan Indonesia*, Jakarta.
- Phillips Smith, AS. Wiranatha, 2011, *A Conceptual Framework For A Dynamic Model For Regional Planning : Sustainable Development*, ASR Journal.
- Puskodal TNI AL, 2014, *Konsep Operasi TNI AL Dalam Rangka Penegakkan Kedaulatan dan Keamanan Laut*, Mabes TNI AL, Jakarta.
- Porth and Harbours Research Institute, 1980, *Technical Standart for Port and Harbour Facilities*, Japan.
- Powersim Studio USA, 2010, *Reference Manual & User's Guide*, USA.
- R. Fazarani, Asgari, 2012, *Combination of MCDM and Covering Techniques in a Hierarchical Model for Facility Location* ; Science Direct Journal.
- Robert L. Woods, 1997, *Modelling and Simulation of Dynamic System*, Prentice Hall New Jersey USA.
- SF. Zhan, XC. Zhang, WP. Chen, 2011, *Dynamic Modelling For Ecological And Economic Sustainability In A Rapid Urbanizing Region*, Science Direct Journal.
- Sushil, 1993, *System Dynamic; A Practical Approach for Managerial Problem*, Wiley Eastern Limited USA.
- Triatmodjo B, 2009, *Perencanaan Pelabuhan*, Beta Offset Jogjakarta.
- UK Royal Navy, 2014, *UK Naval Base*, Porstsmouth, United Kingdom.
- Y.C. Chen, H.P. Lien, G.H. Tzeng, 2010, *Fuzzy MCDM Approach for Selecting Environment-Watershed Plan*, Science Direct Journal.
- Zimmerman, 1985, *Application of Fuzzy Logic Theory to Mathematical Programming*, Information Sciences USA.

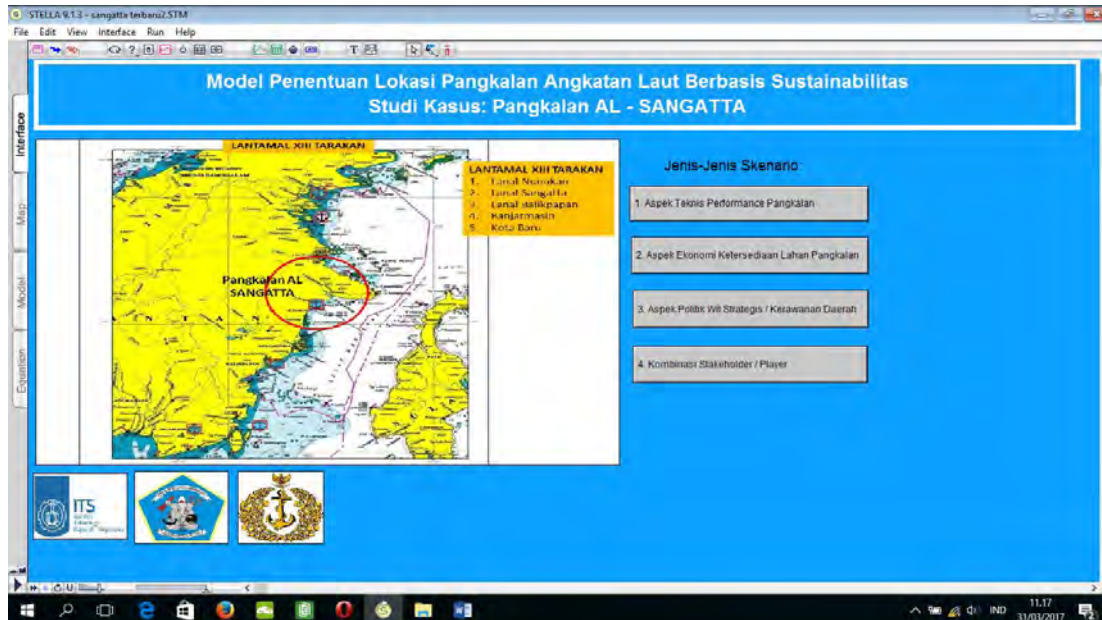
LAMPIRAN

- I. Sustainability Naval Base Model**
- II. Game Theory Kebijakan Stakeholder**
- III. Kuisisioner Sub-Model Fuzzy MCDM**
- IV. Developing Sub-Model Fuzzy MCDM**
- V. Developing Sub-Model Covering Technique**
- VI. Jurnal Internasional dan Seminar Internasional**
- VII. Kritikal Review Penelitian Terdahulu**

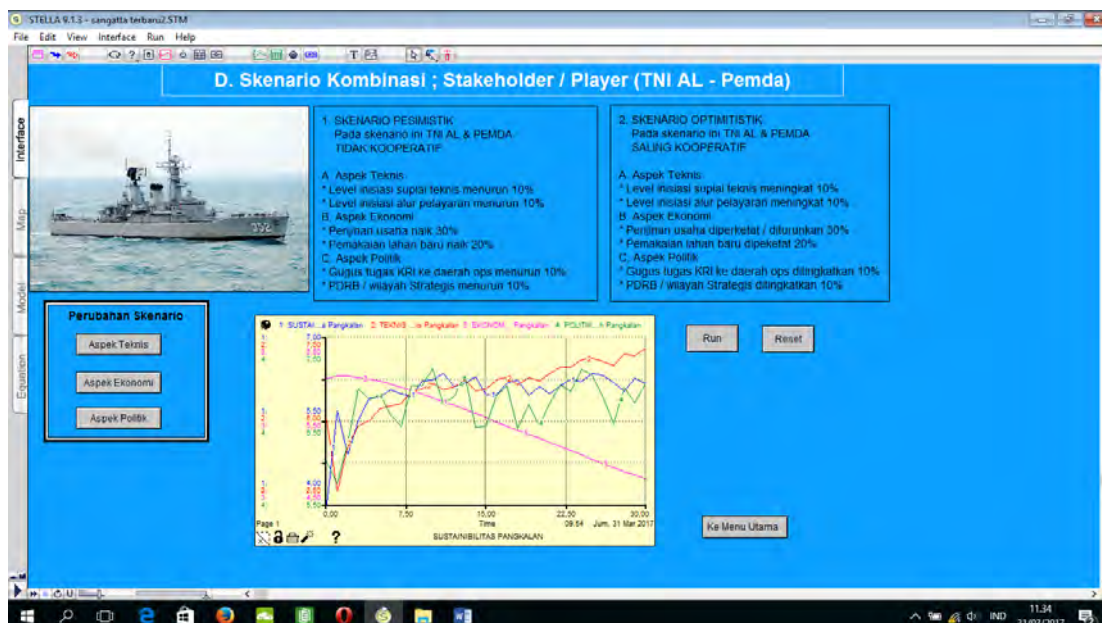
LAMPIRAN I

SUSTAINABILITY NAVAL BASE MODEL

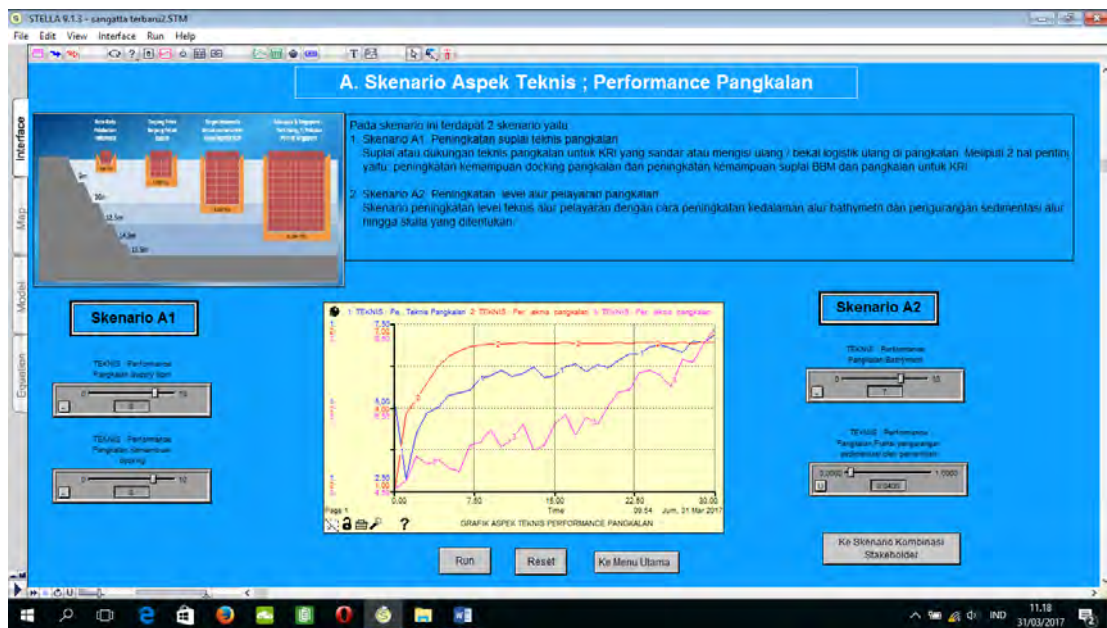
PENENTUAN LOKASI PANGKALAN ANGKATAN LAUT BERBASIS KEBERLANJUTAN



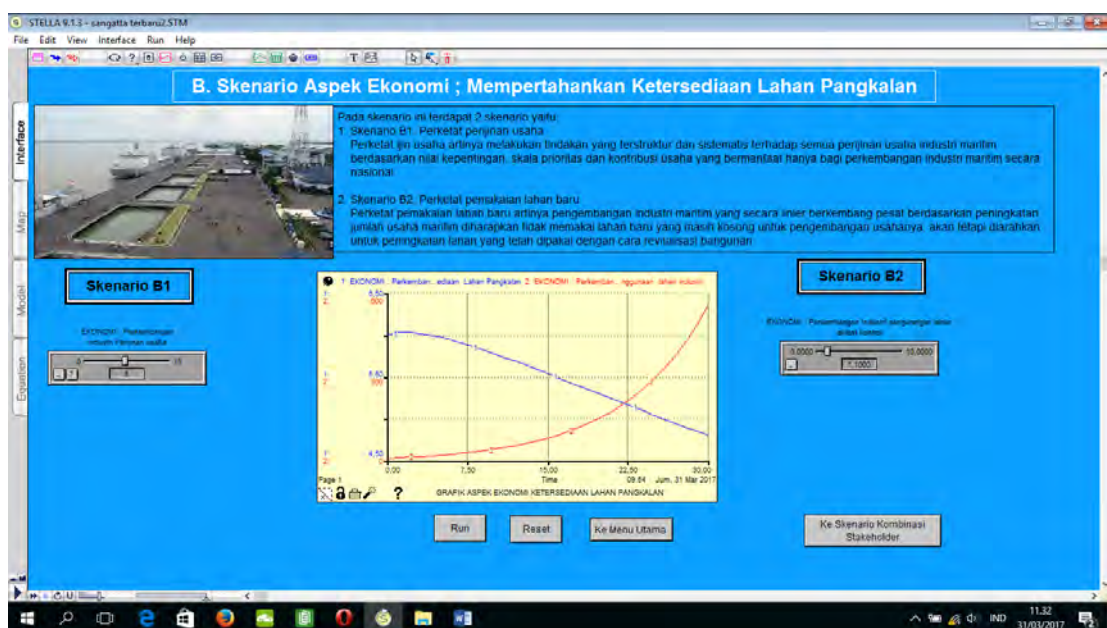
Gambar I.1. Interface Model Lokasi Pangkalan AL Berbasis Sustentabilitas



Gambar I.2. Interface Model Skenario Kombinasi Stakeholder / Player

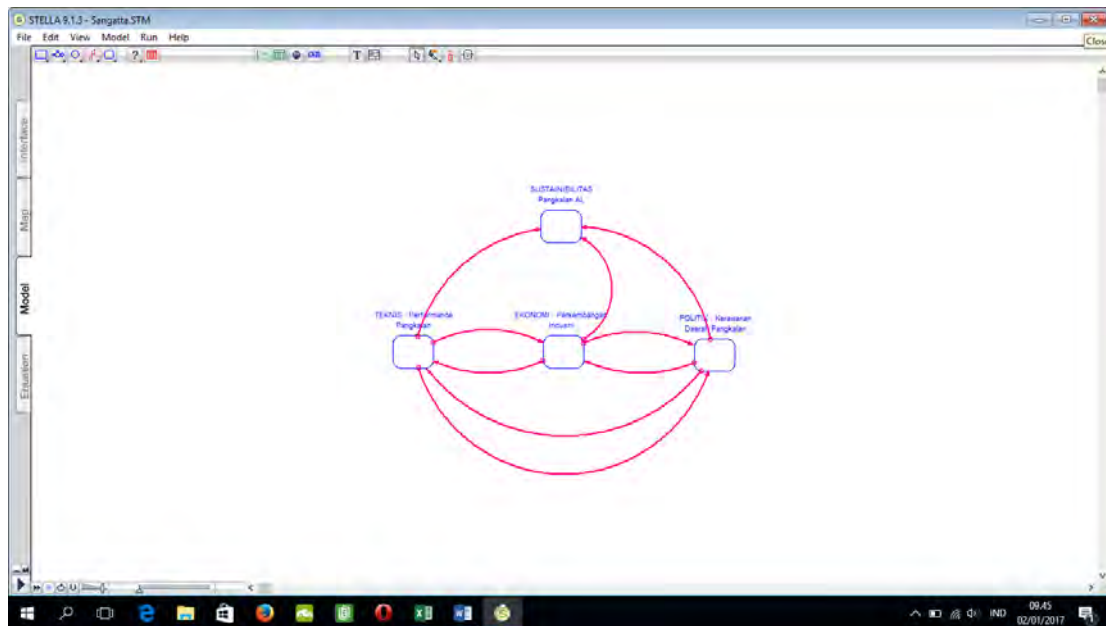


Gambar I.3. Interface Model Skenario Aspek Teknis Performance Pangkalan

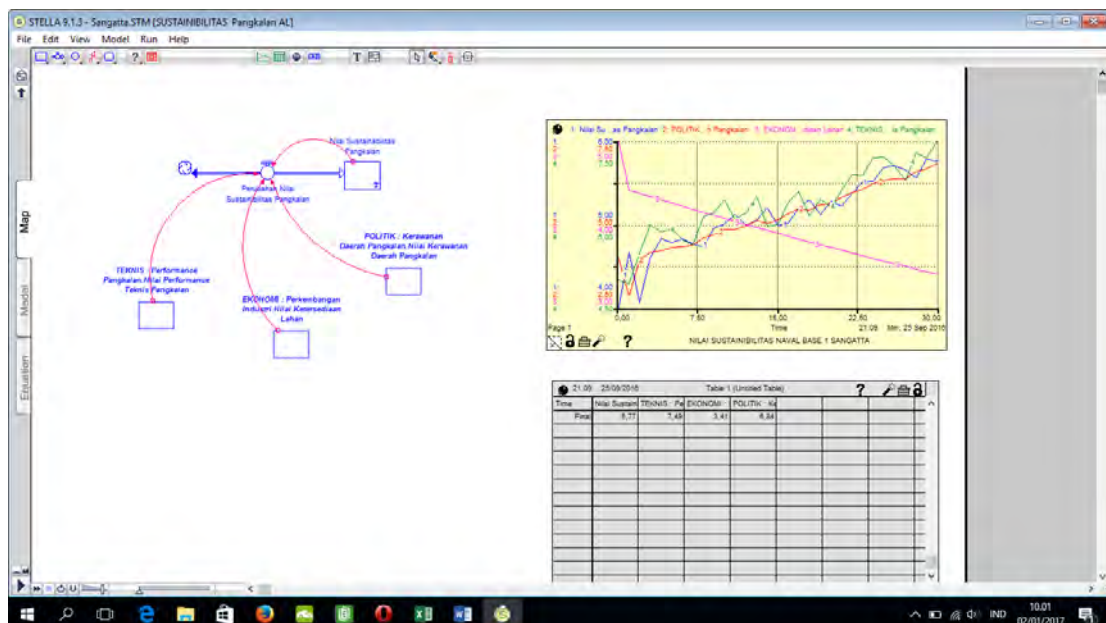


Gambar I.4. Interface Model Skenario Aspek Ekonomi Ketersediaan Lahan Pangkalan

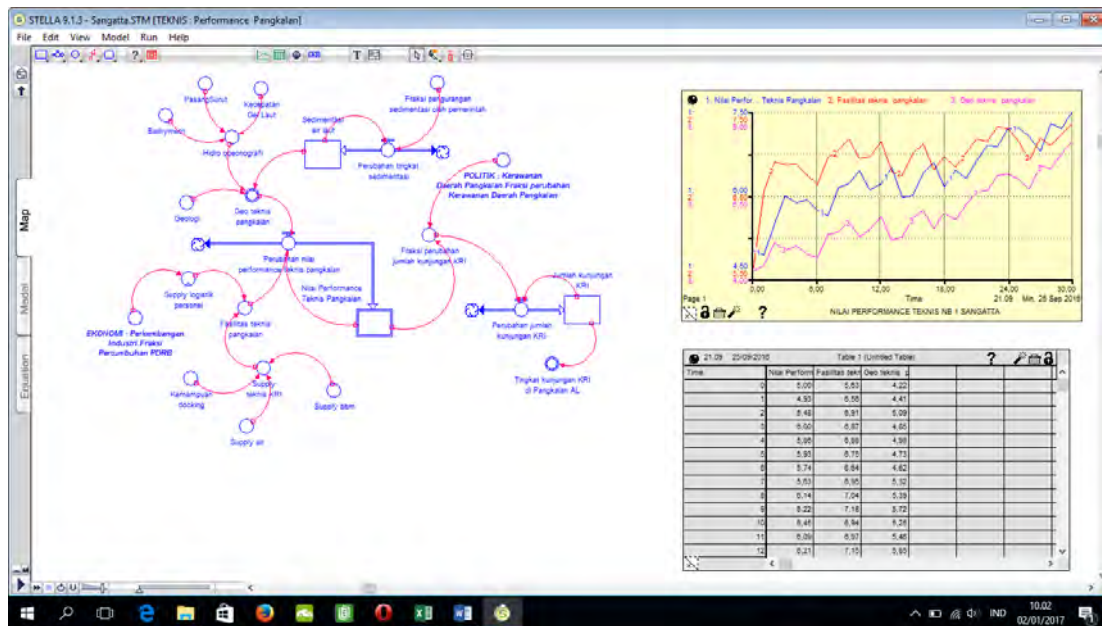
L-5



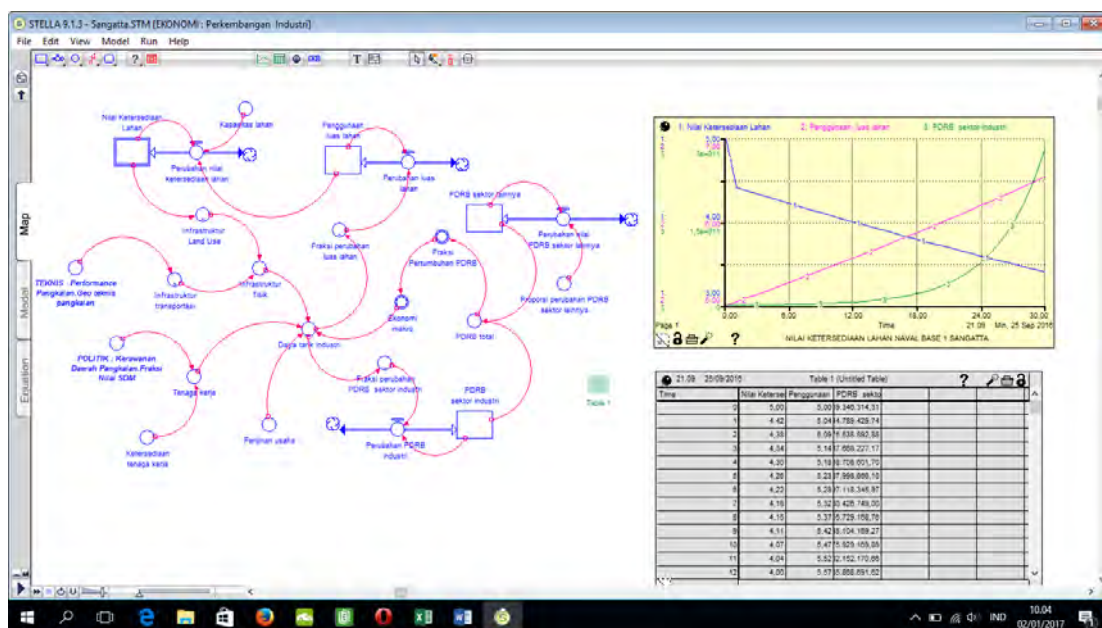
Gambar I.7. *Grand Model Sustainability Naval Base Model* dalam Program Stella Isee@System



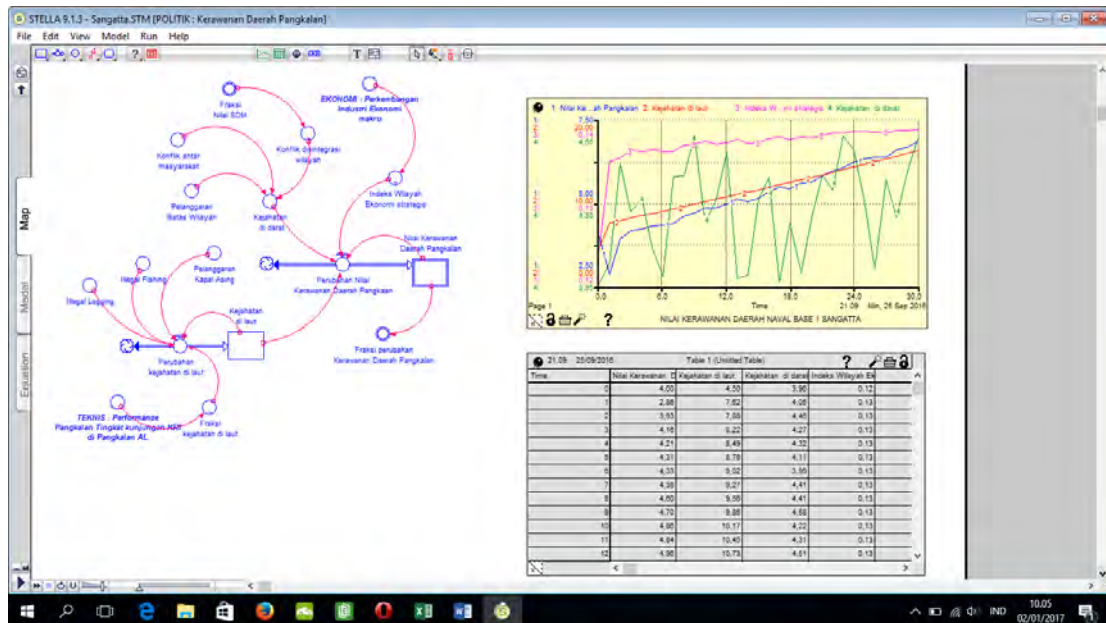
Gambar I.8. *Stock Flow Diagram Sustainability Naval Base Model* dalam Program Stella Isee@System



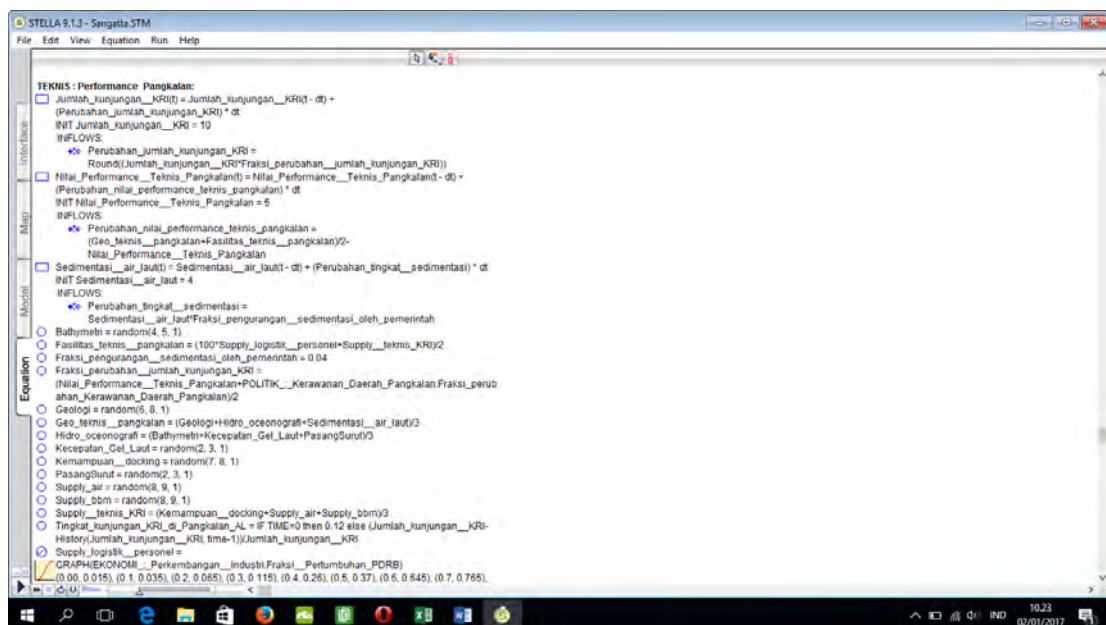
Gambar I.9. *Stock Flow Diagram Aspek Teknis-Sustainability Naval Base Model dalam Program Stella Isee@System*



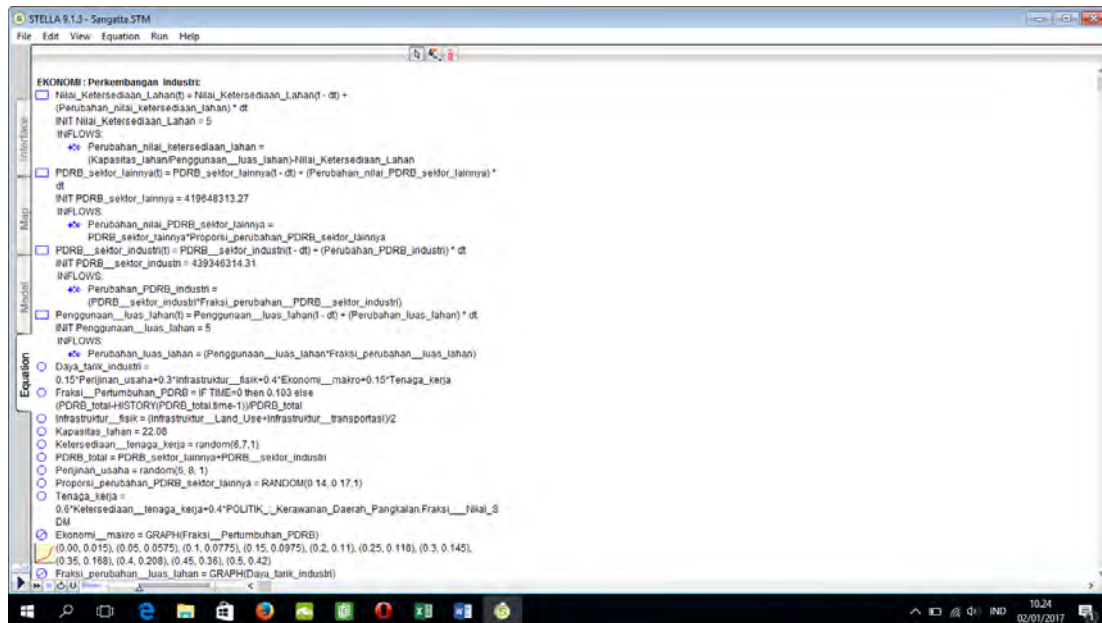
Gambar I.10. *Stock Flow Diagram Aspek Ekonomi-Sustainability Naval Base Model dalam Program Stella Isee@System*



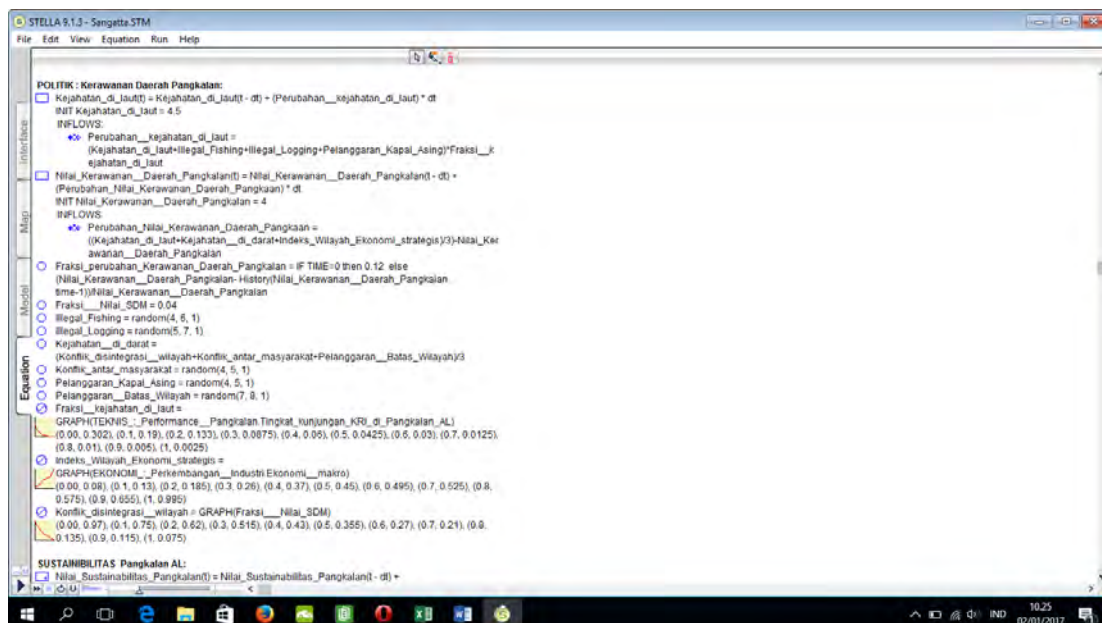
Gambar I.11. *Stock Flow Diagram Aspek Politik-Sustainability Naval Base Model dalam Program Stella Isee@System*



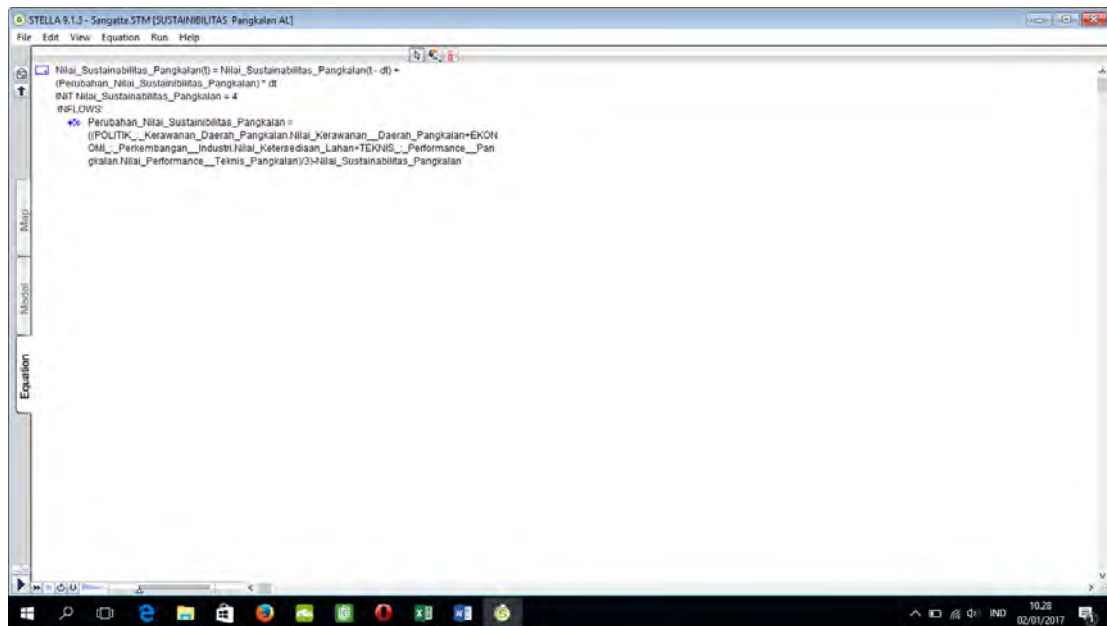
Gambar I.12. *Equations Aspek Teknis-Sustainability Naval Base Model dalam Program Stella Isee@System*



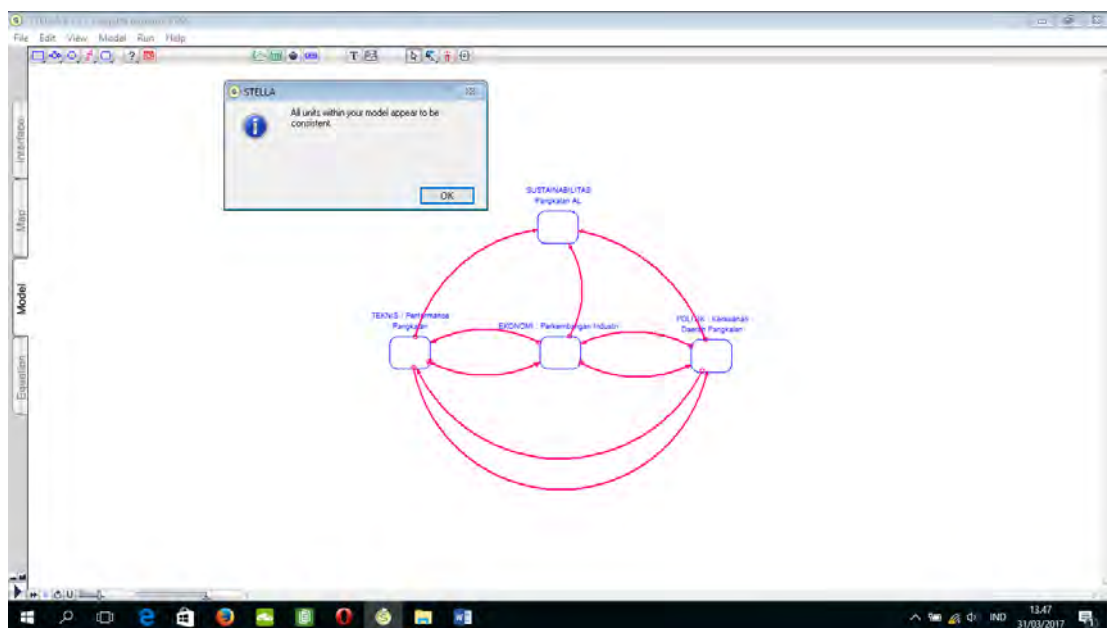
Gambar I.13. *Equations* Aspek Ekonomi-Sustainability Naval Base Model dalam Program Stella Isee@System



Gambar I.14. *Equations* Aspek Politik-Sustainability Naval Base Model dalam Program Stella Isee@System



Gambar I.15. *Equations Total of Sustainability Naval Base Model* dalam Program Stella Isee@System



Gambar I.16. Cek Unit Model pada Stella Isee@System Program Oke

**DAFTAR PERTANYAAN *IN-DEPTH INTERVIEW* DAN DISKUSI
KEPADA *EXPERT***

TENTANG STRUKTURAL MODEL SUSTAINIBILITAS PANGKALAN ANGKATAN LAUT

(PERTANYAAN INTERVIEW INI DISUSUN UNTUK PENELITIAN MODEL SUSTAINABILITAS
PANGKALAN ANGKATAN LAUT INDONESIA)

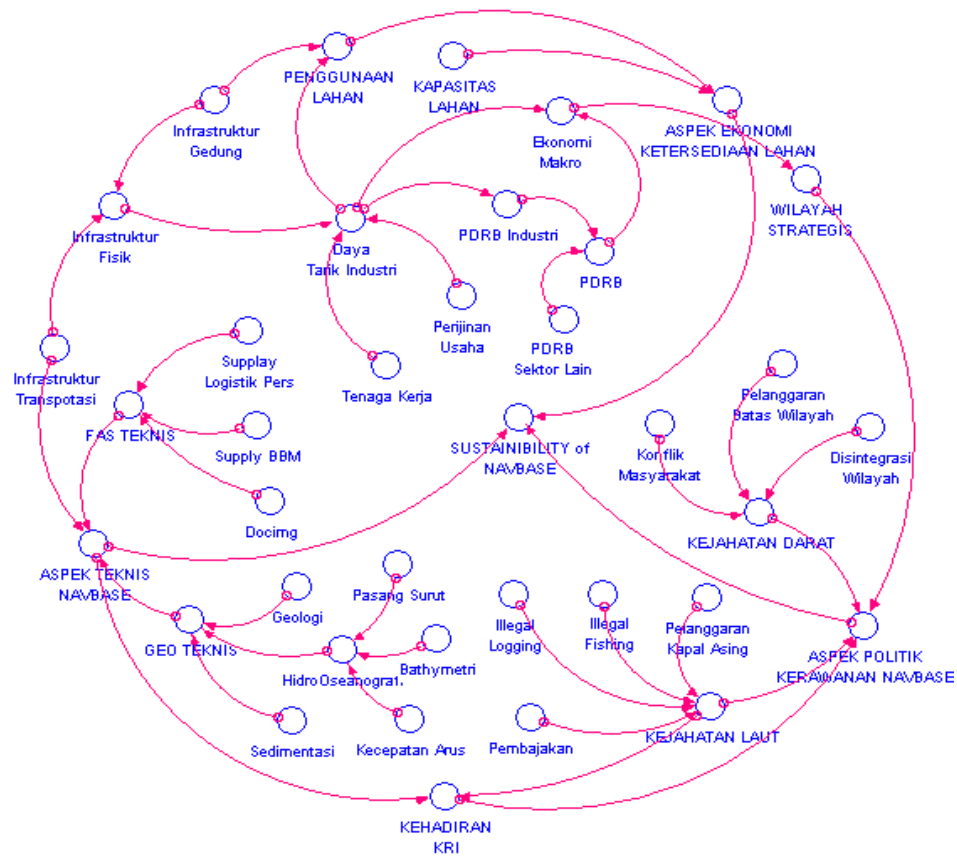
Daftar Pertanyaan In-Depth Interview, Brainstroming & Discussion

1. Bagaimanakah efek dan pengaruh aspek politik, ekonomi dan teknis terhadap kondisi sustainibilitas atau keberlanjutan beberapa lokasi Pangkalan Angkatan Laut Indonesia Indonesia untuk beberapa tahun ke depan ?
2. Faktor-faktor aspek politik apa sajakah yang secara langsung mempengaruhi pemilihan letak Pangkalan Angkatan Laut Indonesia ?
3. Faktor-faktor aspek teknis apa sajakah yang secara langsung mempengaruhi pemilihan letak Pangkalan Angkatan Laut Indonesia ?
4. Faktor-faktor aspek ekonomi apa sajakah yang secara langsung mempengaruhi pemilihan letak Pangkalan Angkatan Laut Indonesia ?
5. Bagaimanakah hubungan ketiga aspek tersebut (politik, teknis dan ekonomi) sehingga mempengaruhi secara sistemik perubahan nilai sustainibilitas Pangkalan Angkatan Laut Indonesia ?
6. Bagaimana kondisi sustainibilitas atau keberlanjutan beberapa lokasi Pangkalan Angkatan Laut Indonesia yang mulai tergeser, dihadapkan pada dinamika industri jasa maritim saat ini untuk beberapa tahun ke depan ?
7. Bagaimana peranan para stakeholder yang terkait dalam menangani permasalahan Sustainibilitas Pangkalan Angkatan Laut ?
8. Bagaimana menurut pendapat para expert, struktural model *causal loop* yang disusun peneliti terhadap sustainibilitas Pangkalan Angkatan Laut, apakah sudah mendekati kondisi nyata di lapangan ?
9. Apakah interviewer bisa mendapatkan data-data terkait mengenai fungsi, tugas pokok, kemampuan dan kondisi teknis Pangkalan Angkatan Laut serta KRI yang melakukan operasi di sektor kamlu Pangkalan Angkatan Laut ?
10. Mohon brainstroming, diskusi dan isi kuisisioner berikut ini.

Terima kasih atas waktu dan kesempatan yang telah diberikan.

Kuesioner Expert Judgement

Validasi Struktural Model Sustainability Pangkalan AL Indonesia



Grand Model Sustainabilitas Pangkalan Angkatan Laut			Approv Stakeholder (√)
No	Variabel	Deskripsi	Keterangan / Penjelasan
1	Wilayah Strategis pangkalan / Aspek Politik	Posisi strategis yang dipengaruhi oleh situasi politik dan kerawanan daerah pangkalan	
2	Performance pangkalan / Aspek Teknis	Kondisi performansi yang dipengaruhi oleh segi teknis pangkalan	
3	Perkembangan Industri / Aspek Ekonomi	Kondisi perkembangan Injasmar yang bisa menggeser kawasan pangkalan	

Sub Model Sustainabilitas dari Aspek Politik			Approv Stakeholder (√)
No	Variabel	Ket /Deskripsi	Keterangan / Penjelasan
1	Aspek Politik Kerawanan NavBase	Nilai kerawanan daerah pangkalan AL	
2	Wilayah Strategis	Nilai posisi pangkalan yang dipengaruhi kondisi ekonomi makro	
3	Kejahatan di Laut	Pelanggaran hukum di laut	
4	Illegal Logging	Pencurian kayu lewat laut	

Sub Model Sustainabilitas dari Aspek Politik			Approv Stakeholder (√)
5	Illegal Fishing	Pencurian ikan di wilayah yurisdiksi nasional Indonesia	
6	Pembajakan	Kejahatan perompakan dan pembajakan kapal di laut Indonesia	
7	Pelanggaran Kapal Asing	Pelanggaran batas wilayah laut yurisdiksi oleh kapal negara tetangga	
8	Kejahatan di Darat	Pelanggaran Hukum di wilayah darat sekitar Pangkalan AL	
9	Konflik masyarakat	Konflik dan kejahatan diantara masyarakat selain disintegrasi wilayah	
10	Konflik disintegrasi wilayah	Kondisi masyarakat yang ingin memisahkan diri dari Negara Indonesia	
11	Pelanggaran Batas Wilayah	Ancaman dari negara tetangga terhadap pelanggaran batas wilayah Negara Indonesia	
12	Kualitas SDM masyarakat	Kondisi SDM masyarakat yang mempengaruhi keberadaan Pangkalan AL	

Sub Model Sustainabilitas dari Aspek Teknis			Approv Stakeholder (√)
No	Variabel	Ket /Deskripsi	Keterangan / Penjelasan
1	Aspek Teknis NavBase	Nilai performance pangkalan dan kondisi teknis lokasi Pangkalan	
2	Fas Teknis	Kondisi fasilitas teknis pangkalan dalam mendukung bekal ops. KRI	
3	Suplai logistik BBM	Ketersediaan BBM dan minyak lumas serta suku cadang	
4	Suplai logistik personel	Ketersediaan bahan air dan bahan makanan personel	
5	Docking	Kemampuan perbaikan / docking kapal KRI	
6	Geoteknis	Kondisi Geoteknis pangkalan dalam mendukung bekal ops. KRI	
7	Hidro-Oceanografi	Kondisi kelautan daerah Pangkalan AL	
8	Pasang-surut	Perbedaan tinggi rendahnya elevasi muka air laut	
9	Bathymetri	Kedalaman alur pelayaran di daerah pangkalan	
10	Kecepatan Gelombang Laut	Kecepatan arus permukaan laut	
11	Geologi	Nilai performansi Pangkalan yang dipengaruhi kondisi geologi tanah dan batuan di daerah pangkalan	
12	Sedimentasi	Endapan lumpur yang mempengaruhi kedalaman alur	
13	Infrastruktur Transportasi	Infrastruktur / bangunan yang mendukung kegiatan transportasi laut bai kapal-kapal niaga/KRI	
14	Kehadiran KRI	Keberadaan KRI di daerah operasi wilayah Pangkalan AL	

Sub Model Sustainabilitas dari Aspek Ekonomi			Approv Stakeholder (√)
No	Variabel	Ket /Deskripsi	Keterangan / Penjelasan
1	Aspek Ekonomi Ketersediaan Lahan	Ketersediaan Lahan Pangkalan AL yang bisa berkurang akibat perkembangan industri di sekitarnya	
2	PDRB Sektor Industri Maritim	Pendapatan pemerintah dari sektor industri maritim	
3	PDRB Sektor Lainnya	Laju pendapatan pemerintah dari sektor industri maritim	
4	Daya Tarik Industri	Ketertarikan pihak swasta/ pemerintah terhadap investasi industri maritim daerah tersebut	
5	Infrastruktur	Ketersediaan prasarana yang mendukung fungsi pelabuhan umum/niaga	
6	Tenaga Kerja	Keberadaan jml tenaga kerja di banding lapangan kerja	
7	Ekonomi Makro	Perkembangan ekonomi secara luas/makro (negara)	
8	Penggunaan Lahan	Penambahan luasan wilayah industri maritim akibat perkembangan ekonomi makro	
9	Kapasitas Lahan	Luasan wilayah Pangkalan Angkatan Laut.	
10	Perijinan Usaha	Kemudahan pihak swasta / industri untuk membuka ijin usaha	

ARTI SUSTAINABILITAS PANGKALAN,

Sustainabilitas Pangkalan adalah kondisi dinamik suatu Pangkalan Angkatan Laut yang meliputi seluruh aspek yang terintegrasi, berisi ketahanan dan keberlanjutan yang mengandung kemampuan mengembangkan kekuatan Pangkalan AL sesuai fungsi asasinya dalam menghadapi dan mengatasi segala tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan, baik yang datang dari luar maupun dari dalam, yang langsung maupun tidak langsung membahayakan integritas, kelangsungan hidup bangsa dan negara melalui jalur laut / *sea*.

Skor (Peringkat / Indeks)

Setiap aspek dinilai dan diberi skor (peringkat), yaitu: (1) Sangat Rendah, (2) Rendah, (3) Sedang, (4) Tinggi dan (5) Sangat Tinggi dengan menggunakan parameter terukur. Peringkat Sustainabilitas pada level variabel, aspek, dan agregasinya dilakukan dengan perhitungan model *fuzzy MCDM* sehingga diperoleh konversi indeks dan simbol warna seperti terlihat pada Tabel berikut ini

Tabel. Indeks / Skor Sustainabilitas Pangkalan AL

Sustainabilitas	Konversi Indeks	Simbol Warna	Makna Strategis
Sangat Rendah	1.00 – 2.99	Merah	Alert
Rendah	3.00 – 4.99	Kuning	Warning
Sedang	5.00 – 6.99	Hijau	Moderate
Tinggi	7.00 – 8.99	Biru	Sustainable
Sangat Tinggi	9.00 – 10.00	Ungu	Established

Makna :

Alert. Sustainability Pangkalan dikatakan *alert* apabila kondisi dinamik Pangkalan AL yang berisi ketahanan dan keberlanjutan Pangkalan AL dalam menghadapi dan mengatasi segala tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan, baik yang datang dari luar maupun dari dalam berada pada kondisi yang sangat lemah sesuai fungsi asasinya. Dalam kondisi ini ancaman sekecil apapun dapat membahayakan integritas, identitas dan keberlanjutan Pangkalan AL. Kondisi ini disebut Sustainability Sangat Rendah.

Warning. Sustainability Pangkalan dikatakan *warning* apabila ketahanan dan keberlanjutan Pangkalan AL berada pada kondisi lemah. Maknanya adalah dalam jangka pendek Pangkalan AL masih dapat bertahan dari berbagai macam tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan, baik yang berasal dari luar maupun dalam sesuai fungsi asasinya. Namun apabila tidak segera ada perbaikan yang signifikan terhadap kondisi dinamik yang lemah tersebut, maka dalam jangka panjang ancaman dan gangguan tersebut akan menggoyahkan sustainability Pangkalan. Kondisi ini disebut juga Sustainability Rendah.

Moderate. Sustainability Pangkalan dikatakan *moderate* apabila ketahanan dan keberlanjutan bangsa berada pada kondisi cukup memadai dalam menghadapi tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan baik yang berasal dari luar maupun dari dalam. Setiap pilar dan aspek Pangkalan AL juga cukup memadai dalam merespon berbagai tuntutan perubahan yang muncul. Namun ada beberapa kelemahan internal yang perlu segera diperbaiki agar ancaman dan gangguan tidak sampai melemahkan keberlanjutan Pangkalan AL. Kondisi ini merupakan tahap kondisi Sustainability Sedang.

Sustainable. Sustainability Pangkalan dikatakan *sustainable* apabila ketahanan dan keberlanjutan Pangkalan AL berada pada kondisi baik. Dalam kondisi ini segenap tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan baik dari luar maupun dari dalam dapat diatasi. Setiap pilar dan aspek Pangkalan AL berada pada posisi baik dalam merespon berbagai tuntutan perubahan yang muncul. Akan tetapi harus tetap diwaspadai adanya gangguan dan ancaman yang berkepanjangan baik dari luar maupun dari dalam, yang akan melemahkan sustainability dan integritas Pangkalan AL. Kondisi ini lebih baik dari kondisi moderate, dalam kondisi ini Pangkalan AL dalam kondisi Sustainability Tinggi.

Established. Sustainability Pangkalan dikatakan *established* apabila ketahanan dan keberlanjutan Pangkalan AL berada pada kondisi sangat baik dan prima. Dalam kondisi ini segenap tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan baik dari luar maupun dari dalam yang mengancam keberlanjutan Pangkalan sesuai fungsi asasinya dapat diatasi dengan baik. Ancaman dan gangguan tersebut tidak akan menggoyahkan Sustainability Pangkalan, bahkan dapat diubah menjadi peluang (*opportunity*). Dalam kondisi ini Pangkalan AL dalam kondisi Sustainability Sangat Tinggi.

Mengetahui,
Surabaya, Februari 2016

(Nama Expert / Responden)

LAMPIRAN II

GAME THEORY KEBIJAKAN STAKEHOLDER

MODEL PENENTUAN LOKASI PANGKALAN ANGKATAN LAUT BERBASIS KEBERLANJUTAN

Game Theory yang disimulasikan dalam penelitian ini, yaitu antara TNI AL dan Pemerintah Daerah, adapun pihak swasta tidak dimasukkan dalam *player* karena pihak swasta diasumsikan dalam bagian / kontrol Pemerintah Daerah selaku pembuat kebijakan. *Value of the Game* untuk TNI AL adalah Skor Sustainabilitas Pangkalan (NS), sedangkan *Value of the Game* untuk Pemda adalah Pendapatan Daerah (PD). Kedua *value* tersebut adalah indikator dalam mendapatkan *Value of the Game* terbaik, yang merupakan titik kompromi dari 2 *player* baik TNI AL maupun Pemda. Berikut ini adalah Matriks Pay-off merupakan harga konsekuensi yang didapat dari suatu *player* jika menerapkan strategi tertentu, terhadap strategi *player* lainnya.

Tabel 1. Matriks *Pay-off* Stakeholder pada Skenario Keberlanjutan Pangkalan

Lokasi Pangkalan AL		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	NS ; PD	NS ; PD
	Optimistik	NS ; PD	NS ; PD

Value of the Game : NS = Skor Sustainabilitas Pangkalan ;
PD = Pendapatan Daerah

Tabel 2. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB1 Sangatta

Pangkalan AL Sangatta (NB1)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	4,55 ; Rp. 115.540.347.000,-	5,72 ; Rp. 103.442.593.000,-
	Optimistik	5,92 ; Rp. 135.929.820.000,-	8,41 ; Rp. 123.832.066.000,-

Tabel 3. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB2 Kendari

Pangkalan AL Kendari (NB2)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	4,31 ; Rp. 37.956.750.000,-	4,92 ; Rp. 33.982.455.000,-
	Optimistik	5,62 ; Rp. 44.655.000.000,-	7,61 ; Rp. 40.680.705.000,-

Tabel 4. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB3 Mataram

Pangkalan AL Mataram (NB3)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	4,01 ; Rp. 63.008.205.000,-	4,86 ; Rp. 59.288.444.000,-
	Optimistik	5,15 ; Rp. 75.913.500.000,-	7,21 ; Rp. 72.193.739.000,-

Tabel 5. Matriks *Pay-off* Stakeholder / *Player* Lokasi NB4 Timika

Pangkalan AL Timika (NB4)		PEMDA	
		Non Kooperatif	Kooperatif
TNI AL	Pesimistik	2,95 ; Rp. 664.243.125.000,-	6,23 ; Rp. 594.692.963.000,-
	Optimistik	3,62 ; Rp. 781.462.500.000,-	8,97 ; Rp. 711.912.338.000,-

Tabel 6. Pendapatan Daerah Sangatta Sub Bidang Maritim

Pendapatan Daerah Sub Bidang Maritim					
Daerah Sangatta					
No	Sumber	Th. 2014	Th. 2015	Th. 2016	Rata-Rata
1	Pajak Perusahaan Maritim	36.861.318	40.957.020	44.518.500	40.778.946
2	Retribusi Daerah	11.058.395	12.287.106	13.355.550	12.233.684
3	Sewa Aset Daerah	13.515.817	15.017.574	16.323.450	14.952.280
4	Produksi Perikanan Tangkap	24.574.212	27.304.680	29.679.000	27.185.964
5	Jasa Transportasi Laut	30.717.765	34.130.850	37.098.750	33.982.455
6	Pariwisata Bahari	6.143.553	6.826.170	7.419.750	6.796.491
	Total	122.871.060	136.523.400	148.395.000	135.929.820

(dalam ribuan)

Sumber BPS 2017, Dispenda Kabupaten Sangatta 2017, Olahan Data.

Tabel 7. Pendapatan Daerah Kendari Sub Bidang Maritim

Pendapatan Daerah Sub Bidang Maritim					
Daerah Kendari					
No	Sumber	Th. 2014	Th. 2015	Th. 2016	Rata-Rata
1	Pajak Perusahaan Maritim	12.109.500	13.455.000	14.625.000	13.396.500
2	Retribusi Daerah	3.632.850	4.036.500	4.387.500	4.018.950
3	Sewa Aset Daerah	4.440.150	4.933.500	5.362.500	4.912.050
4	Produksi Perikanan Tangkap	8.073.000	8.970.000	9.750.000	8.931.000
5	Jasa Transportasi Laut	10.091.250	11.212.500	12.187.500	11.163.750
6	Pariwisata Bahari	2.018.250	2.242.500	2.437.500	2.232.750
	Total	40.365.000	44.850.000	48.750.000	44.655.000

(dalam ribuan)

Sumber BPS 2017, Dispenda Kabupaten Timika 2017, Olahan Data.

Tabel 8. Pendapatan Daerah Mataram Sub Bidang Maritim

Pendapatan Daerah Sub Bidang Maritim					
Daerah Mataram					
No	Sumber	Th. 2014	Th. 2015	Th. 2016	Rata-Rata
1	Pajak Perusahaan Maritim	6.862.050	7.624.500	8.287.500	7.591.350
2	Retribusi Daerah	6.175.845	6.862.050	7.458.750	6.832.215
3	Sewa Aset Daerah	7.548.255	8.386.950	9.116.250	8.350.485
4	Produksi Perikanan Tangkap	13.724.100	15.249.000	16.575.000	15.182.700
5	Jasa Transportasi Laut	17.155.125	19.061.250	20.718.750	18.978.375
6	Pariwisata Bahari	17.155.125	19.061.250	20.718.750	18.978.375
	Total	68.620.500	76.245.000	82.875.000	75.913.500

(dalam ribuan)

Sumber BPS 2017, Dispenda Kota Mataram 2017, Olahan Data.

Tabel 9. Pendapatan Daerah Timika Sub Bidang Maritim

Pendapatan Daerah Sub Bidang Maritim					
Daerah Timika					
No	Sumber	Th. 2014	Th. 2015	Th. 2016	Rata-Rata
1	Pajak Perusahaan Maritim	211.916.250	235.462.500	255.937.500	234.438.750
2	Retribusi Daerah	63.574.875	70.638.750	76.781.250	70.331.625
3	Sewa Aset Daerah	77.702.625	86.336.250	93.843.750	85.960.875
4	Produksi Perikanan Tangkap	141.277.500	156.975.000	170.625.000	156.292.500
5	Jasa Transportasi Laut	176.596.875	196.218.750	213.281.250	195.365.625
6	Pariwisata Bahari	35.319.375	39.243.750	42.656.250	39.073.125
	Total	706.387.500	784.875.000	853.125.000	781.462.500

(dalam ribuan)

Sumber BPS 2017, Dispenda Kota Kendari 2017, Olahan Data.

Tabel 10. Estimasi *Pay-Off* Pemerintah Daerah

Estimasi <i>Pay-Off</i> Skenario <i>Player</i>					
Pemda					
No	Sumber	Pemda (NK) - AL(P)	Pemda(K) - AL(P)	Pemda(NK) - AL(O)	Pemda(K) - AL(O)
1	Pajak Perusahaan Maritim	100%	(-) 20%	100%	(-) 20%
2	Retribusi Daerah	100%	(-) 20%	100%	(-) 20%
3	Sewa Aset Daerah	100%	(-) 10%	100%	(-) 10%
4	Produksi Perikanan Tangkap	(-) 10%	(-) 10%	100%	100%
5	Transportasi Laut	(-) 50%	(-) 50%	100%	100%
6	Pariwisata Bahari	(-) 10%	(-) 10%	100%	100%

Keterangan :

Pemda : Pemerintah Daerah
 AL : TNI AL
 NK : Non Kooperatif
 K : Kooperatif
 P : Pesimistik
 O : Optimistik

Pemda (NK) – AL (P) : dihitung berdasarkan estimasi :

1. Pajak Perusahaan Maritim 100%
2. Retribusi Daerah 100%
3. Sewa Aset Daerah 100%
4. Produksi perikanan tangkap turun 10%
5. Transportasi Laut turun 50%
6. Pariwisata Bahari turun 10%

Pemda (K) – AL (P) : dihitung berdasarkan estimasi :

1. Pajak Perusahaan Maritim turun 20%
2. Retribusi Daerah turun 20%
3. Sewa Aset Daerah turun 10%
4. Produksi perikanan tangkap turun 10%
5. Transportasi Laut turun 50%
6. Pariwisata Bahari turun 10%

Pemda (NK) – AL (O) : dihitung berdasarkan estimasi :

1. Pajak Perusahaan Maritim 100%
2. Retribusi Daerah 100%
3. Sewa Aset Daerah 100%
4. Produksi perikanan tangkap 100%
5. Transportasi Laut 100%
6. Pariwisata Bahari 100%

Pemda (K) – AL (O) : dihitung berdasarkan estimasi :

1. Pajak Perusahaan Maritim turun 20%
2. Retribusi Daerah turun 20%
3. Sewa Aset Daerah turun 10%
4. Produksi perikanan tangkap 100%
5. Transportasi Laut 100%
6. Pariwisata Bahari 100%

Tabel 11. Estimasi *Pay-Off* Pemda Sangatta

Estimasi <i>Pay-Off</i> Skenario <i>Player</i>					
Pemda Sangatta					
No	Sumber	Pemda (NK) - AL(P)	Pemda(K) - AL(P)	Pemda(NK) - AL(O)	Pemda(K) - AL(O)
1	Pajak Perusahaan Maritim	40.778.946	32.623.157	40.778.946	32.623.157
2	Retribusi Daerah	12.233.684	9.786.947	12.233.684	9.786.947
3	Sewa Aset Daerah	14.952.280	13.457.052	14.952.280	13.457.052
4	Produksi Perikanan Tangkap	24.467.368	24.467.368	27.185.964	27.185.964
5	Jasa Transportasi Laut	16.991.228	16.991.228	33.982.455	33.982.455
6	Pariwisata Bahari	6.116.842	6.116.842	6.796.491	6.796.491
	Total	115.540.347	103.442.593	135.929.820	123.832.066

(dalam ribuan)
Olahan Data.

Tabel 12. Estimasi *Pay-Off* Pemda Timika

Estimasi <i>Pay-Off</i> Skenario <i>Player</i>					
Pemda Timika					
No	Sumber	Pemda (NK) - AL(P)	Pemda(K) - AL(P)	Pemda(NK) - AL(O)	Pemda(K) - AL(O)
1	Pajak Perusahaan Maritim	234.438.750	187.551.000	234.438.750	187.551.000
2	Retribusi Daerah	70.331.625	56.265.300	70.331.625	56.265.300
3	Sewa Aset Daerah	85.960.875	77.364.788	85.960.875	77.364.788
4	Produksi Perikanan Tangkap	140.663.250	140.663.250	156.292.500	156.292.500
5	Jasa Transportasi Laut	97.682.813	97.682.813	195.365.625	195.365.625
6	Pariwisata Bahari	35.165.813	35.165.813	39.073.125	39.073.125
	Total	664.243.125	594.692.963	781.462.500	711.912.338

(dalam ribuan)
Olahan Data.

Tabel 13. Estimasi *Pay-Off* Pemda Mataram

Estimasi <i>Pay-Off</i> Skenario <i>Player</i>					
Pemda Mataram					
No	Sumber	Pemda (NK) - AL(P)	Pemda(K) - AL(P)	Pemda(NK) - AL(O)	Pemda(K) - AL(O)
1	Pajak Perusahaan Maritim	7.591.350	6.073.080	7.591.350	6.073.080
2	Retribusi Daerah	6.832.215	5.465.772	6.832.215	5.465.772
3	Sewa Aset Daerah	8.350.485	7.515.437	8.350.485	7.515.437
4	Produksi Perikanan Tangkap	13.664.430	13.664.430	15.182.700	15.182.700
5	Jasa Transportasi Laut	9.489.188	9.489.188	18.978.375	18.978.375
6	Pariwisata Bahari	17.080.538	17.080.538	18.978.375	18.978.375
	Total	63.008.205	59.288.444	75.913.500	72.193.739

(dalam ribuan)
Olahan Data.

Tabel 14. Estimasi *Pay-Off* Pemda Kendari

Estimasi <i>Pay-Off</i> Skenario <i>Player</i>					
Pemda Kendari					
No	Sumber	Pemda (NK) - AL(P)	Pemda(K) - AL(P)	Pemda(NK) - AL(O)	Pemda(K) - AL(O)
1	Pajak Perusahaan Maritim	13.396.500	10.717.200	13.396.500	10.717.200
2	Retribusi Daerah	4.018.950	3.215.160	4.018.950	3.215.160
3	Sewa Aset Daerah	4.912.050	4.420.845	4.912.050	4.420.845
4	Produksi Perikanan Tangkap	8.037.900	8.037.900	8.931.000	8.931.000
5	Jasa Transportasi Laut	5.581.875	5.581.875	11.163.750	11.163.750
6	Pariwisata Bahari	2.009.475	2.009.475	2.232.750	2.232.750
	Total	37.956.750	33.982.455	44.655.000	40.680.705

(dalam ribuan)
Olahan Data.

Tabel 15. *Pay-Off* TNI AL jika PEMDA Non Kooperatif

Skenario TNI AL	Uraian	Pay-Off
Pesimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainability Sangatta : 4,55 (<i>warning</i>) Mataram : 4,31 (<i>warning</i>) Kendari : 4,01 (<i>warning</i>) Timika : 2,95 (<i>alert</i>)
Optimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainability Sangatta : 5,96 (<i>moderate</i>) Mataram : 5,62 (<i>moderate</i>) Kendari : 5,15 (<i>moderate</i>) Timika : 3,62 (<i>warning</i>)

Tabel 16. *Pay-Off* PEMDA jika TNI AL Pesimistik

Skenario PEMDA	Uraian	Pay-Off
Non Kooperatif ;	Pajak Perusahaan Maritim penuh, Retribusi Daerah penuh, Sewa Aset Daerah penuh, Penurunan hingga 10% Produksi perikanan tangkap, Penurunan hingga 10 % Pariwisata Bahari, Penurunan hingga 50 % Transportasi Laut (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 115.540.347.000,- (Sangatta) Rp. 664.243.125.000,- (Timika) Rp. 63.008.205.000,- (Mataram) Rp. 37.956.750.000,- (Kendari)

Skenario PEMDA	Uraian	Pay-Off
Kooperatif ;	Penurunan hingga 20% pajak perusahaan daerah maritim, penurunan hingga 20% retribusi daerah, penurunan 10% sewa aset tanah & bangunan, penurunan 10% produksi perikanan tangkap, penurunan 10% pariwisata bahari, Penurunan hingga 50 % Transportasi Laut (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 103.442.593.000,- (Sangatta) Rp. 594.692.963.000,- (Timika) Rp. 59.288.444.000,- (Mataram) Rp. 33.982.455.000,- (Kendari)

Tabel 17. *Pay-Off* TNI AL jika PEMDA Kooperatif

Skenario TNI AL	Uraian	Pay-Off
Pesimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainability Sangatta : 5,72 (<i>moderate</i>) Mataram : 4,92 (<i>warning</i>) Kendari : 4,86 (<i>warning</i>) Timika : 6,23 (<i>warning</i>)
Optimistik ;	Merupakan skor keberlanjutan pangkalan, merupakan output model, yang didapat dari interaksi antar variabel kunci dalam kriteria : aspek teknis level performance pangkalan, aspek ekonomi ketersediaan lahan pangkalan, aspek politik kerawanan daerah pangkalan	Skor Sustainability NB1 : 8,41 (<i>Sustainable</i>) NB2 : 7,61 (<i>Sustainable</i>) NB3 : 7,21 (<i>Sustainable</i>) NB4 : 8,97 (<i>Sustainable</i>)

Tabel 18. *Pay-Off* PEMDA jika TNI AL Optimistik

Skenario PEMDA	Uraian	Pay-Off
Non Kooperatif ;	Pendapatan penuh pada : Pajak Perusahaan Maritim, Retribusi Daerah, Sewa Aset Daerah, Produksi perikanan tangkap, Pariwisata Bahari, Transportasi Laut (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 135.929.130.000,- (Sangatta) Rp. 781.462.500.000,- (Timika) Rp. 75.913.500.000,- (Mataram) Rp. 44.655.000.000,- (Kendari)
Kooperatif ;	Penurunan hingga 20% pajak perusahaan daerah maritim, penurunan hingga 20% retribusi daerah, penurunan 10% sewa aset tanah & bangunan, produksi perikanan tangkap pendapatan penuh, pariwisata bahari pendapatan penuh, Transportasi Laut pendapatan penuh (jasa kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan pelayaran, perdagangan dan transportasi eksplorasi laut).	Pendapatan Daerah : Rp. 123.832.066.000,- (Sangatta) Rp. 711.912.338.000,- (Timika) Rp. 72.193.739.000,- (Mataram) Rp. 40.680.705.000,- (Kendari)

LAMPIRAN III



Kuisisioner Penelitian Disertasi

“MODEL PENENTUAN LOKASI PANGKALAN ANGKATAN LAUT BERBASIS SUSTAINABILITAS”

**OKOL SRI SUHARYO
MAYOR LAUT (T) NRP 14003/P**

**PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

TA. 2015

PENGANTAR

Kuisisioner berikut merupakan kuisisioner metode *Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM)* untuk menentukan nilai bobot kriteria kualitatif dan bobot alternatif, berdasarkan setiap kriteria/subkriteria yang telah teridentifikasi dari pengelolaan data penelitian DISERTASI ini sebelumnya. Kuisisioner ini adalah media yang digunakan oleh peneliti kepada pihak ahli atau expert dalam Penentuan Lokasi Pengembangan Pangkalan Angkatan Laut, untuk memberikan penilaian bobot kriteria kualitatif maupun bobot untuk setiap alternatif.

Nilai bobot yang akan dihasilkan akan digunakan sebagai bahan pertimbangan penentuan Penentuan Lokasi Pengembangan Pangkalan Angkatan Laut. Segala aktivitas wawancara dan data yang diperoleh murni digunakan untuk kepentingan pendidikan dan penelitian. Atas partisipasinya diucapkan terima kasih.

Surabaya, September 2015

PENELITI

Identitas Peneliti

Nama : Okol Sri Suharyo
 Pangkat/NRP : Mayor Laut NRP. 14003/P
 Jabatan : Kaprodi S-2 Analisis Sistem dan Riset Operasi
 Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut STTAL
 Mahasiswa Program Doktor FTK ITS
 Alamat : Jln. Muhammad no. 1 Perumahan TNI AL
 Kenjeran Surabaya
 No. Telepon : 081235678473

Identitas Responden

Nama :
 Pangkat/NRP :
 Jabatan :
 Alamat :
 No. Telepon :

Petunjuk pengisian:

1. Beri tanda *check list* (✓) pada kolom yang paling sesuai menurut anda berdasarkan skala numerik yang telah diberikan pada setiap kriteria linguistik.

Skala Linguistik dibedakan menjadi 5 level :	
1 & 2	Sangat Rendah
3 & 4	Rendah
5 & 6	Sedang
7 & 8	Tinggi
9 & 10	Sangat Tinggi

2. Pemberian nilai yang semakin besar berarti kriteria maupun alternatif tersebut berpengaruh besar terhadap pemilihan senjata ini, begitu pula sebaliknya.
3. Berikut contoh pengisian kuisioner.

CONTOH PENGISIAN KUISIONER

1. Kuisisioner untuk penilaian pembobotan tiap aspek kriteria :

Aspek Kriteria	Sangat Rendah		Rendah		Sedang		Tinggi		Sangat Tinggi	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. Politik										
1. Kerawanan Daerah					√					
2. Konflik Masyarakat										
B. Teknis										
C. Ekonomi										

Tanda √ disini berarti Kriteria *Kerawanan Daerah* bernilai “sedang” dengan skala numerik “5”

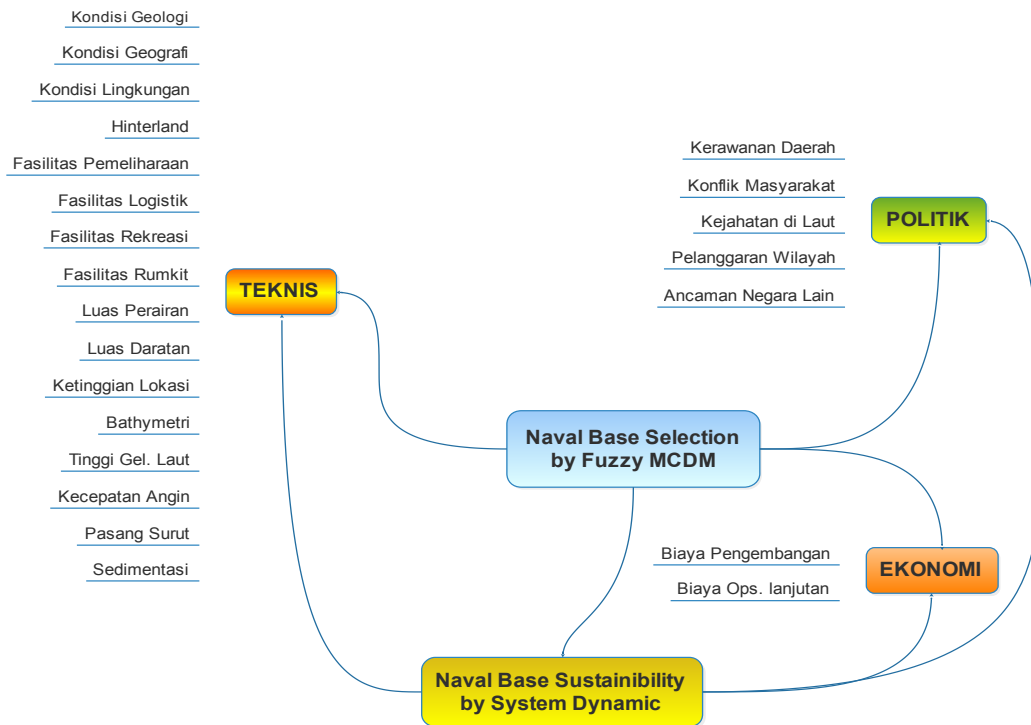
2. Kuisisioner untuk penilaian pembobotan tiap kriteria tiap alternatif Pangkalan Angkatan Laut :

NB 1 : Sangata, NB2 : Kendari, NB3 : Mataram, NB4 : Timika

Aspek / Kriteria	Alt. NB	Sangat Rendah		Rendah		Sedang		Tinggi		Sangat Tinggi	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. Politik											
1. Kerawanan Daerah	NB1							√			
	NB2										
	NB3										
	NB4										
2. Konflik Masyarakat	NB1										
	NB2										
	NB3										
	NB4										

Tanda √ disini berarti bahwa (Aspek Politik, Kriteria Kerawanan Daerah untuk Alt. NB1) bernilai “tinggi” dengan skala numerik “7”

KRITERIA PENENTUAN PANGKALAN ANGKATAN LAUT



Alternatif PANGKALAN ANGKATAN LAUT yang dinilai, meliputi :

- NB 1. → Naval Base 1 ; SANGATTA
- NB 2. → Naval Base 2 ; KENDARI
- NB 3. → Naval Base 3 ; MATARAM
- NB 4. → Naval Base 4 ; TIMIKA

Adapun Kriteria dalam Pemilihan Pangkalan Angkatan Laut meliputi antara lain :

1. **Kriteria kuantitatif** yaitu kriteria yang mempunyai nilai secara pasti, sehingga dapat dibandingkan antara pilihan yang satu dengan pilihan yang lainnya.
2. **Kriteria kualitatif** adalah kriteria yang tidak mempunyai nilai secara pasti, sehingga untuk mengetahui nilainya perlu dilakukan kuisioner kepada pihak *expert/decision maker* sehingga kriteria kualitatif tersebut dapat dikuantifikasikan menjadi nilai dalam bentuk angka.

Untuk pengisian kuisioner dimohon kepada Para Expert untuk memberikan penilaian yang obyektif dalam pemilihan lokasi Pangkalan Angkatan Laut, adapun model kuisionernya adalah tersusun sebagai berikut :

KUISIONER FUZZY MCDM

I. KUISIONER UNTUK PENILAIAN ASPEK DAN KRITERIA PANGKALAN ANGKATAN LAUT (PEMBOBOTAN TIAP KRITERIA)

NO	ASPEK / KRITERIA		SANGAT RENDAH		RENDAH		SEDANG		TINGGI		SANGAT TINGGI	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A.	Politik	1. Kerawanan Daerah										
		2. Konflik Masyarakat										
		3. Kejahatan Laut										
		4. Pelanggaran Wilayah										
		5. Ancaman Negara Luar										
B.	Teknis	6. Kondisi Geologi										
		7. Kondisi Geografi										
		8. Kondisi Lingkungan										
		9. Kondisi Hinterland										
		10. Fasilitas Pemeliharaan										
		11. Fasilitas Logistik										
		12. Fasilitas Rekreasi										
		13. Fasilitas Rumkit										
		14. Luasan Perairan										
		15. Luasan Daratan										
		16. Ketinggian Lokasi										
		17. Bathymetri										
		18. Tinggi Gelomb. Laut										
		19. Kecepatan angin										
		20. Pasang Surut										
		21. Sedimentasi										
C.	Ekonomi	22. Biaya Pengembangan										
		23. Biaya Ops Lanjutan										
D.	Sustainability											

Beri tanda *check list* (✓) pada kolom yang paling sesuai menurut anda berdasarkan skala numerik yang telah diberikan pada setiap kriteria linguistik.

II. KUISIONER UNTUK PENILAIAN ASPEK DAN KRITERIA SETIAP ALTERNATIF PANGKALAN ANGKATAN LAUT (PEMBOBOTAN TIAP KRITERIA TIAP ALTERNATIF)

NB 1. → Naval Base 1 ; SANGATTA

NB 2. → Naval Base 2 ; KENDARI

NB 3. → Naval Base 3 ; MATARAM

NB 4. → Naval Base 4 ; TIMIKA

NO	KRITERIA			SANGAT RENDAH		RENDAH		SEDANG		TINGGI		SANGAT TINGGI	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A.	Politik	Kerawanan Daerah	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Konflik Masyarakat	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Kejahatan Laut	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Pelanggaran wilayah	NB 1										
			NB 2										

NO	KRITERIA			SANGAT RENDAH		RENDAH		SEDANG		TINGGI		SANGAT TINGGI	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			NB 3										
			NB 4										
		Ancaman Negara Luar	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
B	Teknis	Kondisi Geologi	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Kondisi Geografi	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Kondisi Lingkungan	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										

NO	KRITERIA			SANGAT RENDAH		RENDAH		SEDANG		TINGGI		SANGAT TINGGI	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Kondisi Hinterland	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Fasilitas Pemeliharaan	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Fasilitas Logistik	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Fasilitas Rekreasi	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										

NO	KRITERIA			SANGAT RENDAH		RENDAH		SEDANG		TINGGI		SANGAT TINGGI	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Fasilitas Rumkit	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Luasan Perairan	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Luasan Daratan	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Ketinggian Lokasi	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Bathymetri	NB 1										

NO	KRITERIA			SANGAT RENDAH		RENDAH		SEDANG		TINGGI		SANGAT TINGGI	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Tinggi Gelombang Laut	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Kecepatan Angin	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Pasang Surut	NB 1										
			NB 2										
			NB 3										
			NB 4										
		Laju Sedimentasi	NB 1										
			NB 2										

NO	KRITERIA			SANGAT RENDAH		RENDAH		SEDANG		TINGGI		SANGAT TINGGI	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			NB 3										
			NB 4										
			NB 1										
			NB 2										
C	Ekonomi	Biaya Pengembangan	NB 3										
			NB 4										
			NB 1										
			NB 2										
		Biaya Operasional Lanjutan	NB 3										
			NB 4										
			NB 1										
			NB 2										
D.	Sustainibilitas		NB 3										
			NB 4										
			NB 1										
			NB 2										

Beri tanda *check list* (✓) pada kolom yang paling sesuai menurut anda berdasarkan skala numerik yang telah diberikan pada setiap kriteria linguistik.

Saran

.....

.....

Responden

LAMPIRAN IV

DEVELOPING SUB-MODEL FUZZY MCDM

MODEL PENENTUAN LOKASI PANGKALAN ANGKATAN LAUT BERBASIS KEBERLANJUTAN

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM

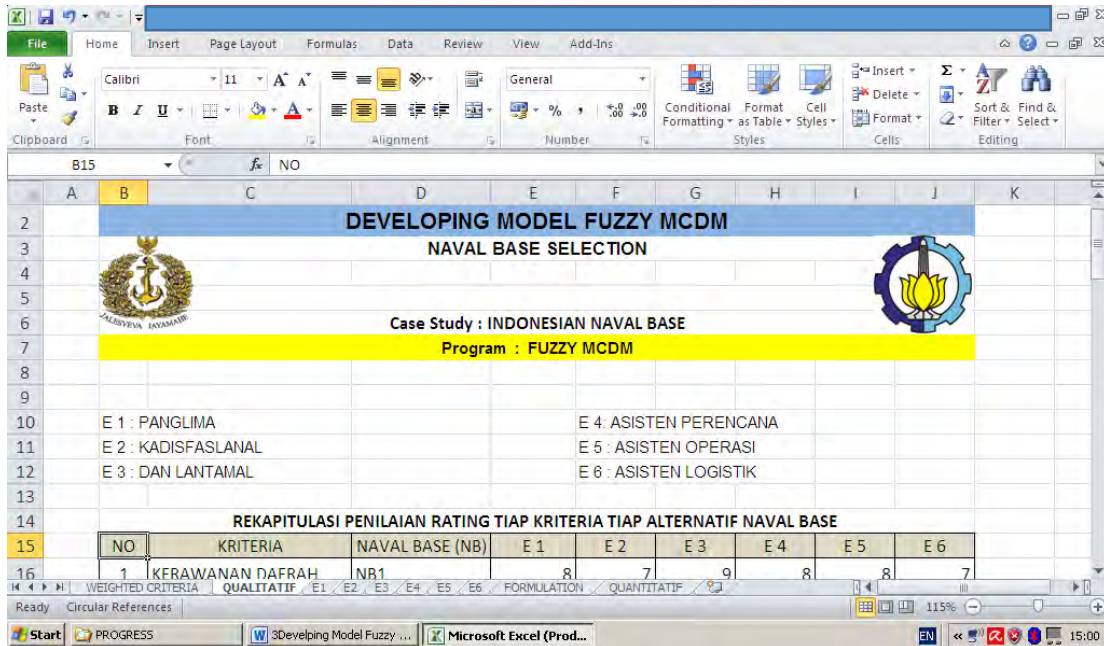
NAVAL BASE SELECTION

Case Study : **INDONESIAN NAVAL BASE**
Program : **FUZZY MCDM**

PEMBOBOTAN KEPENTINGAN TIAP KRITERIA PANGKALAN OLEH EXPERT E

NO	KRITERIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6
A ASPEK POLITIK							
1	KERAWANAN DAERAH	8	9	9	8	8	9
2	KONFLIK MASYARAKAT	6	5	7	8	5	8
B ASPEK TEKNIS							
6	KONDISI GEOLOGI	5	6	8	6	5	7
7	KONDISI GEOGRAFI	8	6	6	7	6	8
8	KONDISI LINGKUNGAN	6	7	8	5	5	7
9	KONDISI HINTERLAND	9	9	9	10	9	10
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	9	10	9	9	10	10
11	FASILITAS LOGISTIK	5	6	5	7	6	5
12	FASILITAS REKREASI	7	8	6	7	8	5
13	FASILITAS RUMKIT	8	6	8	8	5	8
14	LUAS PERAIRAN	7	8	8	7	8	8
15	LUAS DARATAN	7	7	8	7	8	7
16	KETINGGIAN LOKASI	7	8	8	8	7	8
17	BATHYMETRI	8	7	7	8	7	7
18	TINGGI GELOMB LAUT	7	8	7	7	8	7

Gambar IV.1. Penilaian / Pembobotan Kriteria



DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
NAVAL BASE SELECTION

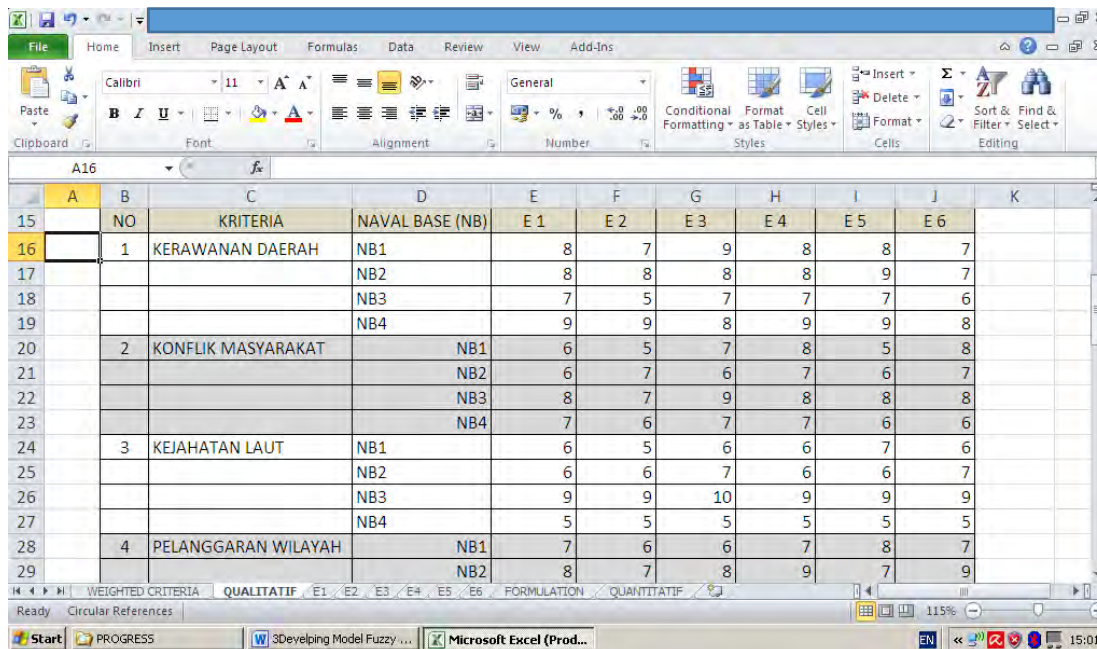
Case Study : **INDONESIAN NAVAL BASE**
 Program : **FUZZY MCDM**

E 1 : PANGLIMA
 E 2 : KADISFASLANAL
 E 3 : DAN LANTAMAL

E 4 : ASISTEN PERENCANA
 E 5 : ASISTEN OPERASI
 E 6 : ASISTEN LOGISTIK

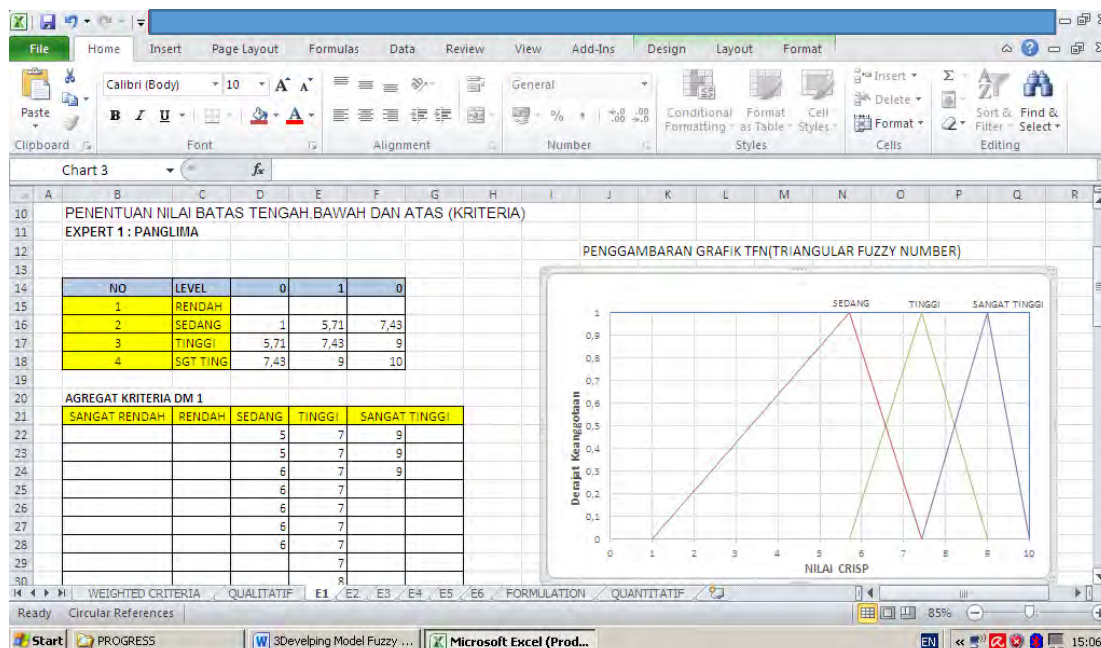
REKAPITULASI PENILAIAN RATING TIAP KRITERIA TIAP ALTERNATIF NAVAL BASE

NO	KRITERIA	NAVAL BASE (NB)	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
1	KERAWANAN DAERAH	NB1	8	7	9	8	8	7

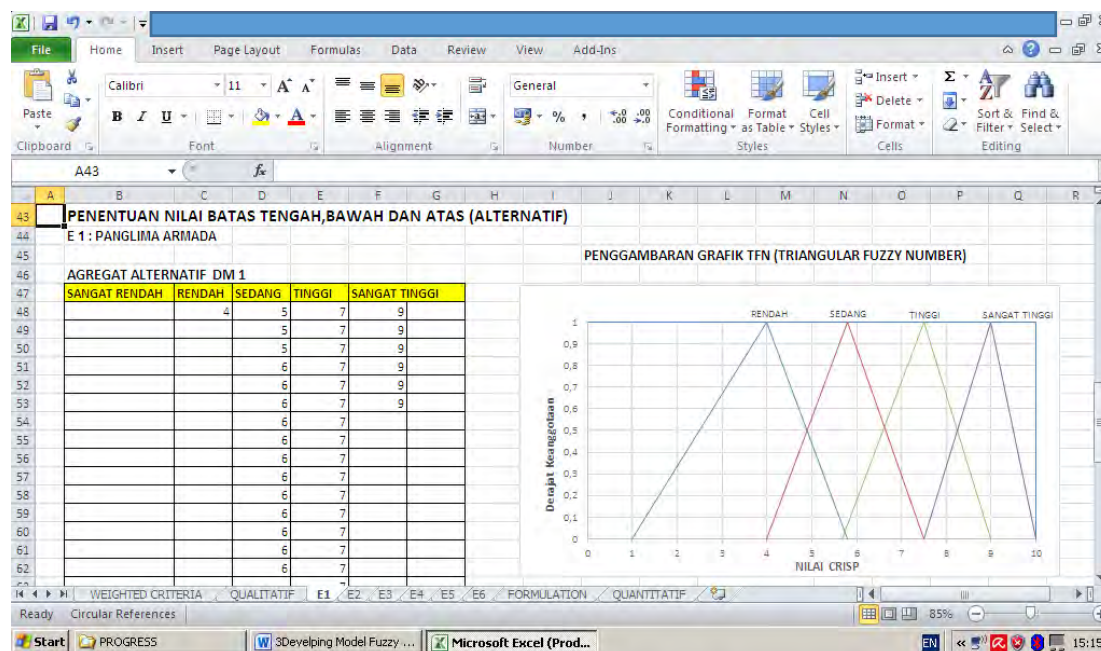


NO	KRITERIA	NAVAL BASE (NB)	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
1	KERAWANAN DAERAH	NB1	8	7	9	8	8	7
		NB2	8	8	8	8	9	7
		NB3	7	5	7	7	7	6
		NB4	9	9	8	9	9	8
2	KONFLIK MASYARAKAT	NB1	6	5	7	8	5	8
		NB2	6	7	6	7	6	7
		NB3	8	7	9	8	8	8
		NB4	7	6	7	7	6	6
3	KEJAHATAN LAUT	NB1	6	5	6	6	7	6
		NB2	6	6	7	6	6	7
		NB3	9	9	10	9	9	9
		NB4	5	5	5	5	5	5
4	PELANGGARAN WILAYAH	NB1	7	6	6	7	8	7
		NB2	8	7	8	9	7	9

Gambar IV.2. Pembobotan/Penilaian Tiap Kriteria Tiap Alternatif Lokasi



Gambar IV.3. Developing Model Penentuan Nilai Batas tengah, bawah dan atas untuk kepentingan Kriteria.



Gambar IV.4. Developing Model Penentuan Nilai Batas tengah, bawah dan atas untuk kepentingan Alternatif.

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
PEMILIHAN NAVAL BASE

Topic : PEMILIHAN NAVAL BASE
Case Study : INDONESIAN NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

BOBOT AGREGAT KRITERIA DAN NILAI PREFERENSI NAVAL BASE

BOBOT AGREGAT KRITERIA KUALITATIF

NO	KRITERIA ASPEK NAVAL BASE	RATA-RATA BOBOT		
		ct	at	bt
1	KERAWANAN DAERAH	6,80	8,40	9,64
2	KONFLIK MASYARAKAT	3,26	6,39	8,41
3	KEJAHATAN LAUT	5,86	8,16	9,42
4	PELANGGARAN WILAYAH	4,00	6,89	8,59
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	4,00	6,75	8,72
6	KONDISI GEOLOGI	2,49	6,09	8,10
7	KONDISI GEOGRAFI	3,27	6,51	8,27
8	KONDISI LINGKUNGAN	3,28	6,38	8,40
9	KONDISI HINTERLAND	7,34	9,30	10,00
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	7,34	9,30	10,00

WEIGHTED CRITERIA

FORMULATION

QUANTITATIF

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
PEMILIHAN NAVAL BASE

Topic : PEMILIHAN NAVAL BASE
Case Study : INDONESIAN NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

BOBOT AGREGAT KRITERIA DAN NILAI PREFERENSI NAVAL BASE

BOBOT AGREGAT KRITERIA KUALITATIF

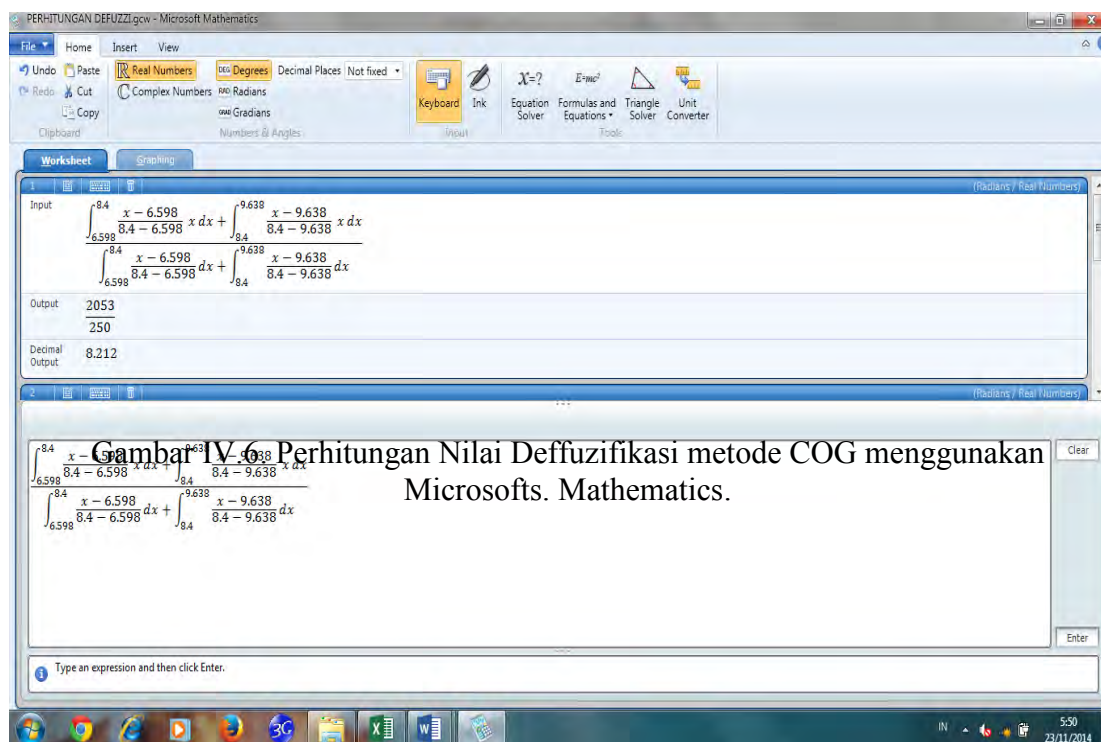
NO	KRITERIA ASPEK NAVAL BASE	RATA-RATA BOBOT		
		ct	at	bt
1	KERAWANAN DAERAH	6,80	8,40	9,64
2	KONFLIK MASYARAKAT	3,26	6,39	8,41
3	KEJAHATAN LAUT	5,86	8,16	9,42
4	PELANGGARAN WILAYAH	4,00	6,89	8,59
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	4,00	6,75	8,72
6	KONDISI GEOLOGI	2,49	6,09	8,10
7	KONDISI GEOGRAFI	3,27	6,51	8,27
8	KONDISI LINGKUNGAN	3,28	6,38	8,40
9	KONDISI HINTERLAND	7,34	9,30	10,00
10	FASILITAS PEMELIHARAAN	7,34	9,30	10,00

WEIGHTED CRITERIA

FORMULATION

QUANTITATIF

Gambar IV.5. Penentuan Bobot Agregat dari masing-masing kriteria kualitatif dan Nilai Preferensi Alternatif.



DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
PEMILIHAN NAVAL BASE

Topic : PEMILIHAN NAVAL BASE
Case Study : INDONESIAN NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

DEFUZZIFIKASI NILAI

NO	KRITERIA	DEFUZZIFIKASI KRITERIA	DEFUZZIFIKASI ALTERNATIVE NAVAL BASE (NB)				PERKALIAN NILAI DEFUZZY KRITERIA-ALTERN			
			NB1	NB2	NB3	NB4	NB1	NB2	NB3	NB4
1	KERAWANAN DAERAH	8,213	7,672	7,678	6,707	8,392	63,005	63,060	55,080	68,918
2	KONFLIK MASYARAKAT	6,020	6,436	6,596	7,672	6,414	38,739	39,703	46,180	38,609
3	KEJAHATAN LAUT	7,810	5,866	6,153	8,869	5,588	45,811	48,054	69,267	43,641
4	PELANGGARAN WILAYAH	6,492	6,697	7,902	7,432	7,432	43,477	51,300	48,245	48,245
5	ANCAMAN NEGARA LUAR	6,492	6,878	7,386	7,905	7,104	44,649	47,949	51,318	46,117
6	KONDISI GEOLOGI	5,557	6,424	7,382	7,669	6,424	35,696	41,019	42,615	35,696

WEIGHTED CRITERIA: QUALITATIF E1, E2, E3, E4, E5, E6 FORMULATION QUANTITATIF

Start PROGRESS 3Developing Model Fuzzy... Microsoft Excel (Prod...)

Gambar IV.7. Agregat Defuzzifikasi Nilai dan perhitungan Nilai Performansi Alternatif.

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
PEMILIHAN NAVAL BASE

Topic : PEMILIHAN NAVAL BASE
Case Study : INDONESIAN NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

PERHITUNGAN NILAI INDEKS FUZZY

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
Yi	39,546	14,22	22,02	18,49	20,44	10,82	13,39	17,84	43,95	39,7	7,717	20,82	18,78	0	20,55
	39,799	15,85	23,83	25,09	22,76	14,2	18,83	16,86	35,73	46,19	9,519	21,95	17,46	0	22,01
	30,484	19,51	44,14	22,73	25,14	14,9	20,57	18,66	46,47	55,31	9,54	20,82	24,2	0	25,18
	45,726	16,8	20,5	22,73	21,8	10,75	15,09	16,95	39,84	44,27	12,24	21,95	25,54	0	22,44
Qi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	50,353	42,32	49,53	47,83	47	40,27	41,15	45,7	72,38	67,46	38,67	47,18	46,1	0	45,42

DEVELOPING MODEL FUZZY

Topic : PEMILIHAN NAVAL BASE
Case Study : INDONESIAN NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

PERHITUNGAN NILAI INDEKS FUZZY

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
Yi	39,546	14,22	22,02	18,49	20,44	10,82	13,39	17,84	43,95	39,7	7,717	20,82	18,78	0	20,55
	39,799	15,85	23,83	25,09	22,76	14,2	18,83	16,86	35,73	46,19	9,519	21,95	17,46	0	22,01
	30,484	19,51	44,14	22,73	25,14	14,9	20,57	18,66	46,47	55,31	9,54	20,82	24,2	0	25,18
	45,726	16,8	20,5	22,73	21,8	10,75	15,09	16,95	39,84	44,27	12,24	21,95	25,54	0	22,44
Qi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	AVG
	50,353	42,32	49,53	47,83	47	40,27	41,15	45,7	72,38	67,46	38,67	47,18	46,1	0	45,42

Gambar IV.8. Developing Model Perhitungan Nilai Indeks Fuzzy.

Case Study : INDONESIA NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

NILAI UTILITAS SETIAP ALTERNATIF NAVAL BASE (NB)

XR	- NB1	137,870	12,034	164,887	-48,809	10,774	58,269	45,818
	- NB2	140,612	12,503	180,486	-50,873	11,385	61,572	45,772
	-NB3	142,837	13,745	198,123	-56,166	11,915	64,437	46,073
	- NB4	139,269	14,133	181,912	-56,221	11,211	60,633	46,384
XL	- NB1	112,319	5,531	135,450	17,213	12,356	66,823	25,513
	- NB2	115,581	6,120	150,169	18,655	12,993	70,271	25,715
	-NB3	117,915	6,317	161,345	18,443	13,408	72,517	25,858
	- NB4	115,557	6,079	143,958	18,603	12,750	68,955	26,340
Ut(Gt)	- NB1	4,274	3,979	2,173	0,903			
	- NB2	4,452	4,356	2,414	0,971			
	-NB3	4,407	4,823	2,493	0,988			
	- NB4	4,180	4,502	2,419	1,041	3,904		

NILAI INDEKS PEMBENTUK UTILITAS

ALT	Gi
NB1	0,903
NB2	0,971
NB3	0,988
NB4	1,041

RANGKING ALTERNATIF (KRITERIA KUALITAT)

RANGKING	
NB1	0,231
NB2	0,249
NB3	0,253
NB4	0,267

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
PEMILIHAN NAVAL BASE

Topic : PEMILIHAN NAVAL BASE
Case Study : INDONESIA NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

NILAI UTILITAS SETIAP ALTERNATIF NAVAL BASE (NB)

XR	- NB1	137,870	12,034	164,887	-48,809	10,774	58,269	45,818
	- NB2	140,612	12,503	180,486	-50,873	11,385	61,572	45,772
	-NB3	142,837	13,745	198,123	-56,166	11,915	64,437	46,073
	- NB4	139,269	14,133	181,912	-56,221	11,211	60,633	46,384
XL	- NB1	112,319	5,531	135,450	17,213	12,356	66,823	25,513
	- NB2	115,581	6,120	150,169	18,655	12,993	70,271	25,715
	-NB3	117,915	6,317	161,345	18,443	13,408	72,517	25,858
	- NB4	115,557	6,079	143,958	18,603	12,750	68,955	26,340
Ut(Gt)	- NB1	4,274	3,979	2,173	0,903			
	- NB2	4,452	4,356	2,414	0,971			
	-NB3	4,407	4,823	2,493	0,988			
	- NB4	4,180	4,502	2,419	1,041	3,904		

NILAI INDEKS PEMBENTUK UTILITAS

ALT	Gi
NB1	0,903
NB2	0,971
NB3	0,988
NB4	1,041

RANGKING ALTERNATIF (KRITERIA KUALITAT)

RANGKING	
NB1	0,231
NB2	0,249
NB3	0,253
NB4	0,267

Gambar IV.9. Developing Model Perhitungan Nilai Indeks Pembentuk Utilitas.

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
NAVAL BASE SELECTION

Case Study : INDONESIA NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

PERHITUNGAN RANGKING ALTERNATIF BERDASAKAN KRITERIA KUANTITATIF

KRITERIA	NAVAL BASE				NILAI TOTAL
	NB1	NB2	NB3	NB4	
LUAS PERAIRAN (mil ²)	25,00	33,00	27,00	32,00	117,00
LUAS DARATAN (Ha)	5,40	5,50	3,80	5,50	20,20
KETINGGIAN LOKASI (m)	35,00	20,00	15,00	25,00	95,00
BATHYMETRI (m)	12,00	15,00	20,00	24,00	71,00
TINGGI GELOMB LAUT (m)	1,75	2,00	1,50	2,50	7,75
KECEPATAN ANGIN (knot)	20,00	22,00	15,00	10,00	67,00
PASANG SURUT (m)	2,00	3,00	2,50	1,50	9,00

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
NAVAL BASE SELECTION

Case Study : INDONESIA NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

PERHITUNGAN RANGKING ALTERNATIF BERDASAKAN KRITERIA KUANTITATIF

KRITERIA	NAVAL BASE				NILAI TOTAL
	NB1	NB2	NB3	NB4	
TINGGI GELOMB LAUT (m)	0,7742	0,7419	0,8065	0,6774	3
KECEPATAN ANGIN (knot)	0,7015	0,6716	0,7761	0,8507	3
PASANG SURUT (m)	0,7778	0,6667	0,7222	0,8333	3
LAJU SEDIMENTASI (ppm)	0,8182	0,7727	0,6818	0,7273	3
BIAYA PENGEMBANGAN (Rp.)	0,7368	0,8070	0,6842	0,7719	3
BIAYA OPS LANJUTAN (Rp)	0,7407	0,8148	0,6667	0,7778	3
NORMALISASI NILAI BOBOT					
LUAS PERAIRAN (mil ²)	0,2137	0,2821	0,2308	0,2735	1
LUAS DARATAN (Ha)	0,2673	0,2723	0,1881	0,2723	1
KETINGGIAN LOKASI (m)	0,3684	0,2105	0,1579	0,2632	1
BATHYMETRI (m)	0,1690	0,2113	0,2817	0,3380	1
TINGGI GELOMB LAUT (m)	0,2581	0,2473	0,2688	0,2258	1
KECEPATAN ANGIN (knot)	0,2338	0,2239	0,2587	0,2836	1
PASANG SURUT (m)	0,2593	0,2222	0,2407	0,2778	1
LAJU SEDIMENTASI (ppm)	0,2727	0,2576	0,2273	0,2424	1
BIAYA PENGEMBANGAN (Rp.)	0,2456	0,2690	0,2281	0,2573	1
BIAYA OPS LANJUTAN (Rp)	0,2469	0,2716	0,2222	0,2593	1
BOBOT KUANTITATIF	0,2535	0,2468	0,2304	0,2693	1

Gambar IV.10. Developing Model Perhitungan Nilai setiap alternatif berdasarkan Kriteria Kuantitatif.

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
PEMILIHAN NAVAL BASE
Topic : PEMILIHAN NAVAL BASE
Case Study : INDOONESIAN NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

NILAI BOBOT NAVAL BASE (KRITERIA KUALITATIF)	
NAVAL BASE	S _{ti}
NB1	0,231
NB2	0,249
NB3	0,253
NB4	0,267

NILAI BOBOT NAVAL BASE (KRITERIA KUANTITATIF)	
NAVAL BASE	O _{ti}
NB1	0,251
NB2	0,246
NB3	0,232
NB4	0,270

NILAI BOBOT AKHIR TIAP ALTERNATIF LOKASI NAVAL BASE		
NAVAL BASE	F _{ti} Pesimistik	F _{ti} Optimistik
NB1	0,282	0,305
NB2	0,265	0,182
NB3	0,238	0,118
NB4	0,215	0,443

Gambar IV.11. Developing Model Perhitungan Pembobotan Alternatif.Naval Base

DEVELOPING MODEL FUZZY MCDM
NAVAL BASE SELECTION
Case Study : INDOONESIAN NAVAL BASE
Program : FUZZY MCDM

HASIL PEMBOBOTAN KEPENTINGAN TIAP ASPEK DAN KRITERIA PANGKALAN

NO	KRITERIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	ASPEK POLITIK										0,381
2	KERAWANAN DAERAH					0,116					
3	KONFLIK MASYARAKAT					0,087					
4	KEJAHATAN LAUT					0,112					
5	PELANGGARAN WILAYAH					0,115					
6	ANCAMAN NEGARA LUAR					0,115					
7	ASPEK TEKNIS										0,325
8	KONDISI GEOLOGI					0,103					
9	KONDISI GEOGRAFI					0,103					
10	KONDISI LINGKUNGAN					0,103					
11	KONDISI HINTERLAND					0,085					

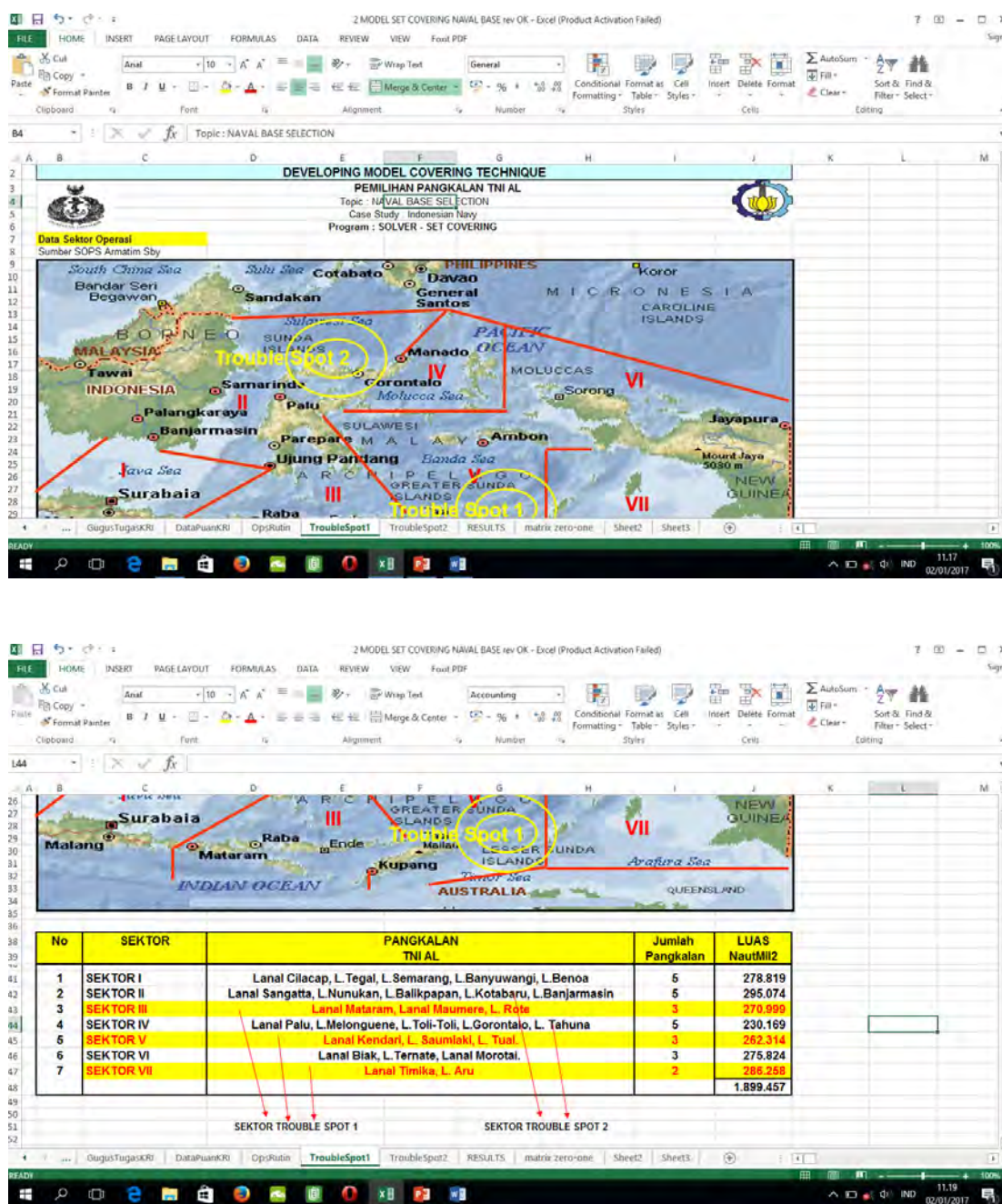
NILAI BOBOT AKHIR TIAP ALTERNATIF LOKASI NAVAL BASE		
NAVAL BASE	F _{ti} Pesimistik	F _{ti} Optimistik
NB1	0,282	0,305
NB2	0,265	0,182
NB3	0,238	0,118
NB4	0,215	0,443

NB 1 = SANGATTA
NB 2 = KENDARI
NB 3 = MATARAM
NB 4 = TIMIKA

Gambar IV.12. Developing Model Pembobotan Kriteria dan Lokasi Naval Base

LAMPIRAN V

DEVELOPING SUB-MODEL COVERING TECHNIQUE MODEL PENENTUAN LOKASI PANGKALAN ANGKATAN LAUT BERBASIS KEBERLANJUTAN



Gambar V.1. Input Data Sektor Operasi Kamla, Trouble Spot 1 dan 2

Kompatibilitas Pangkalan TNI AL thd. Sektor Operasi									
No.	Nama (LANAL)	SEKTOR V	SEKTOR VI	SEKTOR VII	SEKTOR VIII	SEKTOR IX	SEKTOR X	SEKTOR XI	
1	Cilacap	1	0	0	0	0	0	0	
2	Tegal	1	0	0	0	0	0	0	
3	Semarang	1	0	0	0	0	0	0	
4	Banyuwangi	1	0	0	0	0	0	0	
5	Benoa	1	0	0	0	0	0	0	
6	Kendari	0	1	0	0	0	0	0	
7	Palu	0	1	0	0	0	0	0	
8	Balikpapan	0	1	0	0	0	0	0	
9	Kotabaru	0	1	0	0	0	0	0	
10	Banjarmasin	0	1	0	0	0	0	0	
11	Mataram	0	0	1	0	0	0	0	
12	Maumere	0	0	1	0	0	0	0	
13	Tual	0	0	1	0	0	0	0	

No.	Nama (LANAL)	SEKTOR V	SEKTOR VI	SEKTOR VII	SEKTOR VIII	SEKTOR IX	SEKTOR X	SEKTOR XI
13	Tual	0	0	1	0	0	0	0
14	Tarakan	0	0	0	1	0	0	0
15	Nunukan	0	0	0	1	0	0	0
16	Tahuna	0	0	0	1	0	0	0
17	Toli-toli	0	0	0	1	0	0	0
18	Gorontalo	0	0	0	1	0	0	0
19	Terate	0	0	0	0	1	0	0
20	Saumlaki	0	0	0	0	1	0	0
21	Morotai	0	0	0	0	1	0	0
22	Biak	0	0	0	0	1	1	0
23	Manokwari	0	0	0	0	0	1	0
24	Sorong	0	0	0	0	0	1	0
25	Timika	0	0	0	0	0	0	1
26	Aru	0	0	0	0	0	0	1

0 Pangkalan -k tidak mengcovers sektor -j
1 Pangkalan -k bisa mengcovers sektor -j

Gambar V.2. Input Data Kompatibilitas Pangkalan terhadap Sektor Operasi berdasarkan Grup Network Pangkalan-Sektor Operasi

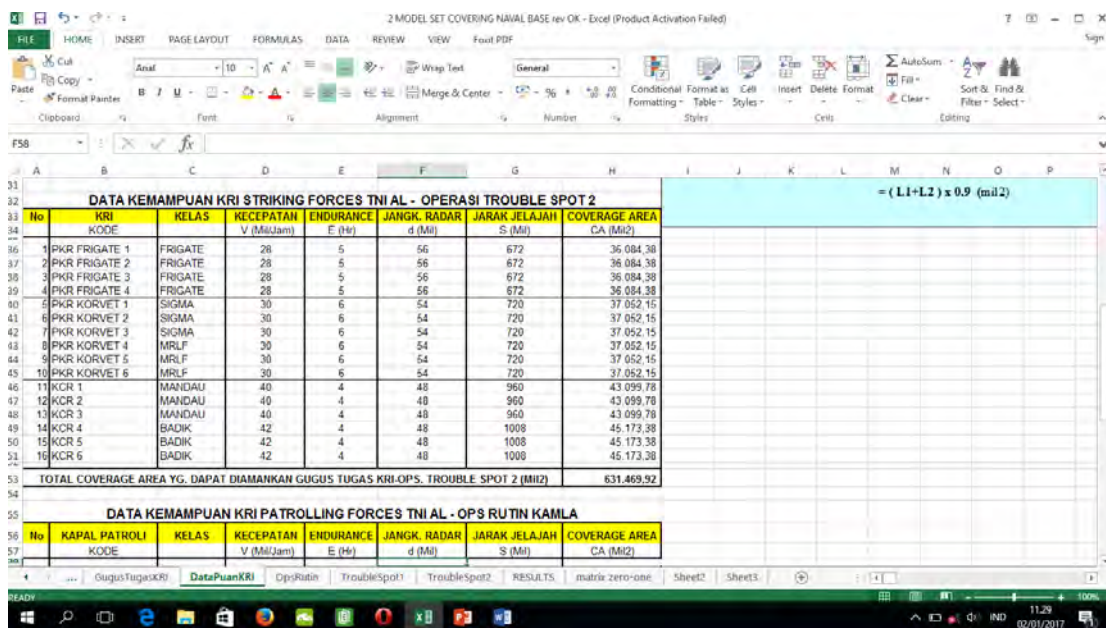
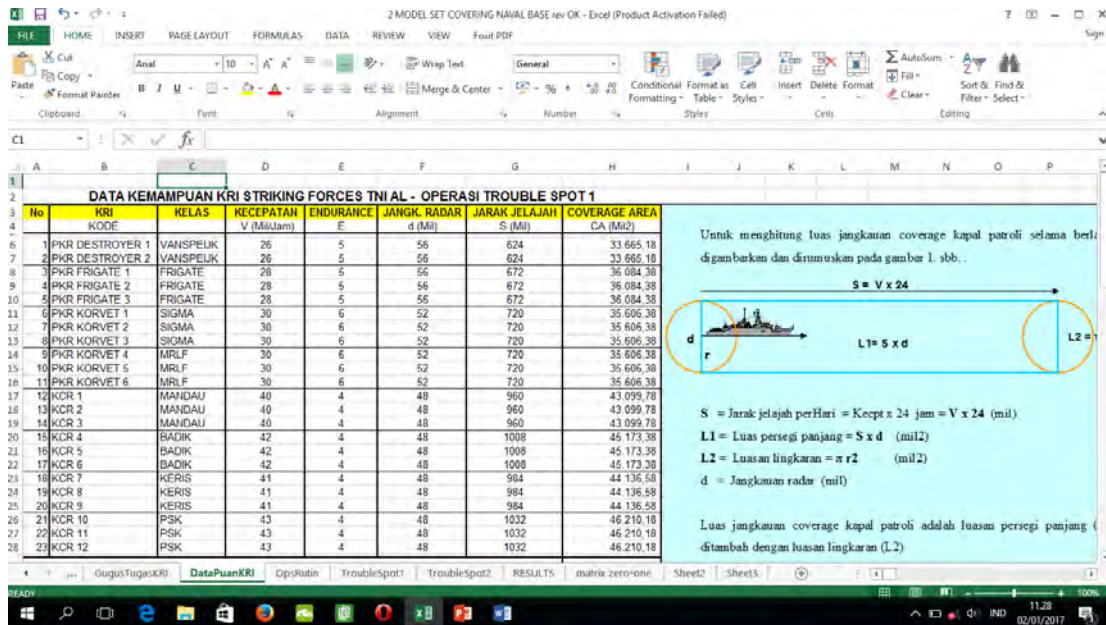
The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

JANGKAUAN PANGKALAN (Mii)								
No.	Nama Pangkalan AL	Sektor V	Sektor VI	Sektor VII	Sektor VIII	Sektor IX	Sektor X	Sektor XI
1	Cilacap	1662	2450	2655	2795	2873	2986	2943
2	Tegal	1675	2285	2433	2543	2690	2755	2735
3	Semarang	1590	2200	2235	2305	2415	2545	2525
4	Banyuwangi	1660	2250	2386	2255	2425	2505	2495
5	Benoa	1673	2412	2155	2102	2390	2410	2350
6	Kendari	2310	1826	1835	2130	2275	2320	2380
7	Palu	2235	1790	2325	2845	2310	2655	2745
8	Balikpapan	2357	1820	2490	2575	2375	2690	2875
9	Kotabaru	2300	1810	2415	2510	2305	2615	2805
10	Banjarmasin	2575	1815	2355	2480	2225	2580	2775
11	Mataram	1802	2765	3225	2450	2375	2510	2702
12	Maumere	1835	3750	3115	2640	1401	2245	3675
13	Tual	2850	2245	1840	2275	2750	2910	2725
14	Sanggatta	3225	3310	1865	2560	2975	3275	2775

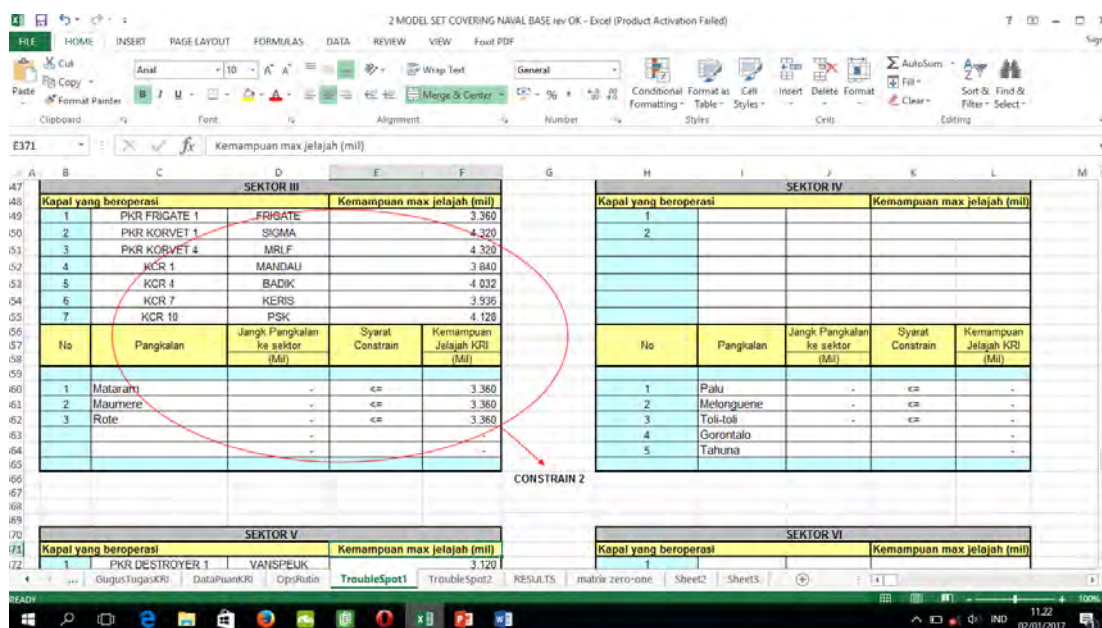
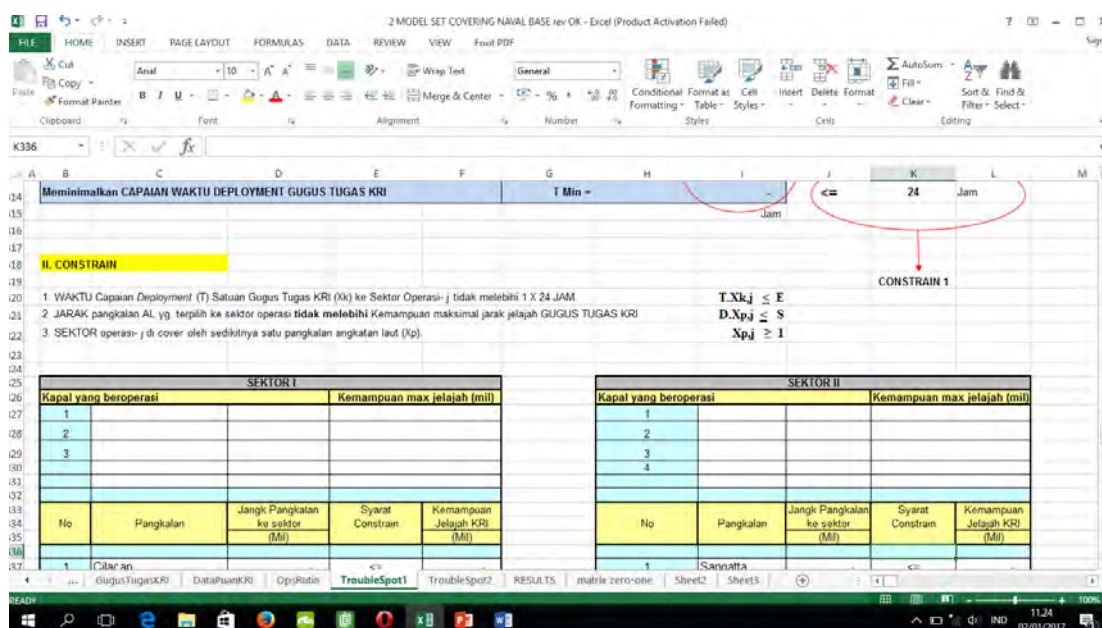
The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

No.	Nama Pangkalan AL	Sektor V	Sektor VI	Sektor VII	Sektor VIII	Sektor IX	Sektor X	Sektor XI
10	Banjarmasin	2575	1815	2355	2480	2225	2580	2775
11	Mataram	1802	2765	3225	2450	2375	2510	2702
12	Maumere	1835	3750	3115	2640	1401	2245	3675
13	Tual	2850	2245	1840	2275	2750	2910	2725
14	Sanggatta	3225	3310	1865	2560	2975	3275	2775
15	Nunukan	3045	3075	1812	2255	2450	2775	2455
16	Tahuna	2950	2875	1775	2202	2575	2810	2240
17	Toli-toli	2775	3211	2655	1535	2277	2550	2470
18	Gorontalo	3150	3345	2455	1410	1365	2330	1925
19	Temate	2975	3424	2375	1455	1390	2290	1990
20	Saumlaki	2865	3155	2305	2110	1312	2235	2650
21	Morotai	2245	3576	2648	2020	1377	2285	2780
22	Biak	2650	3875	2723	2093	1370	1283	2365
23	Manokwari	2855	3890	2833	2235	2074	1295	2476
24	Sorong	3035	3955	2955	2496	2255	1275	2519
25	Timika	2968	3825	2801	2428	2190	1225	2375
26	Aru	3105	3765	2791	2393	2154	2775	1390

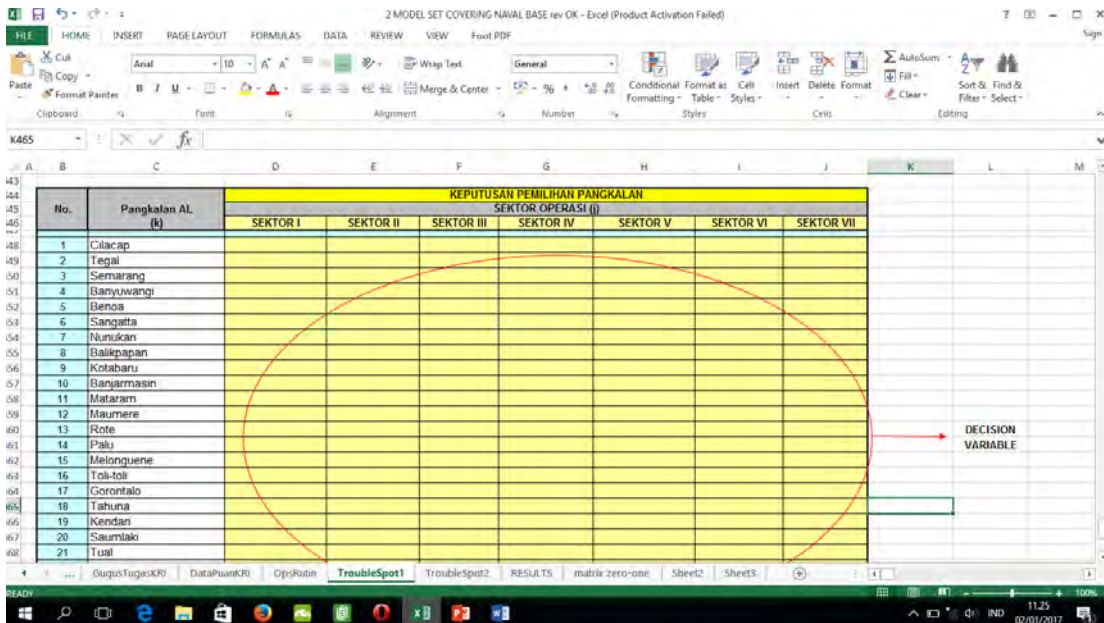
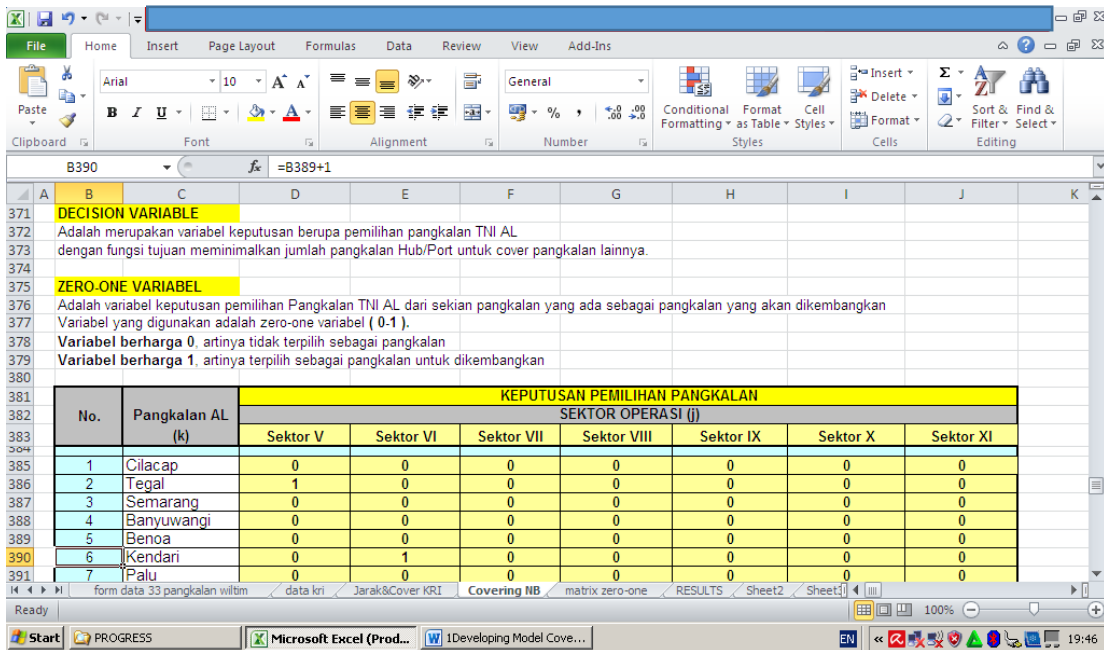
Gambar V.3. Input Data Jarak Jangkauan Pangkalan ke Sektor Operasi



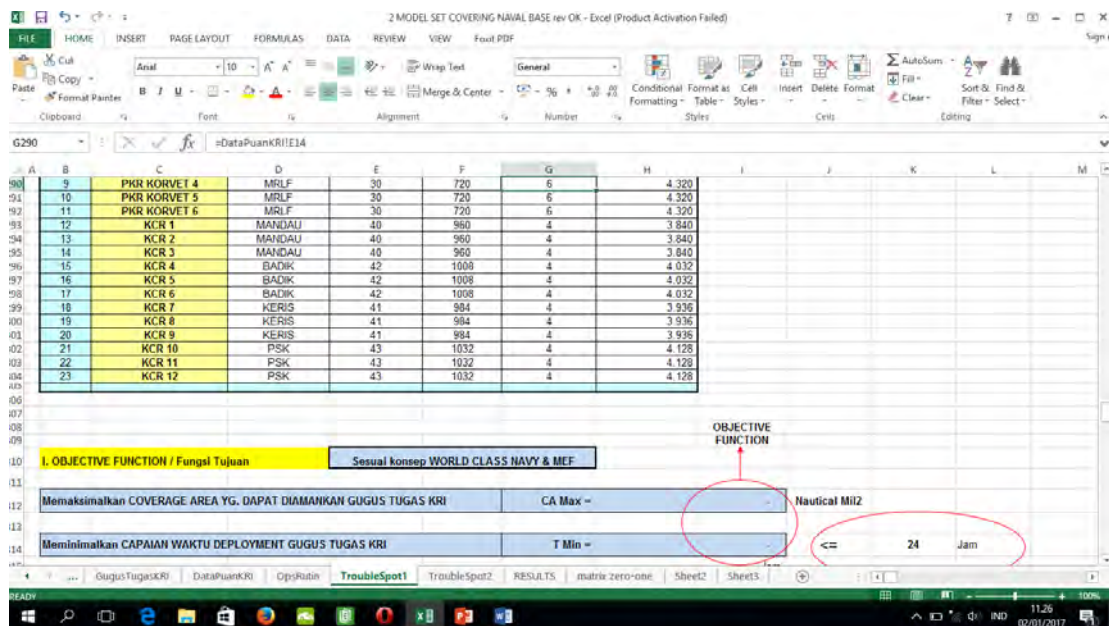
Gambar V.4. Menghitung Kemampuan Jelajah Kapal-Kapal TNI AL.



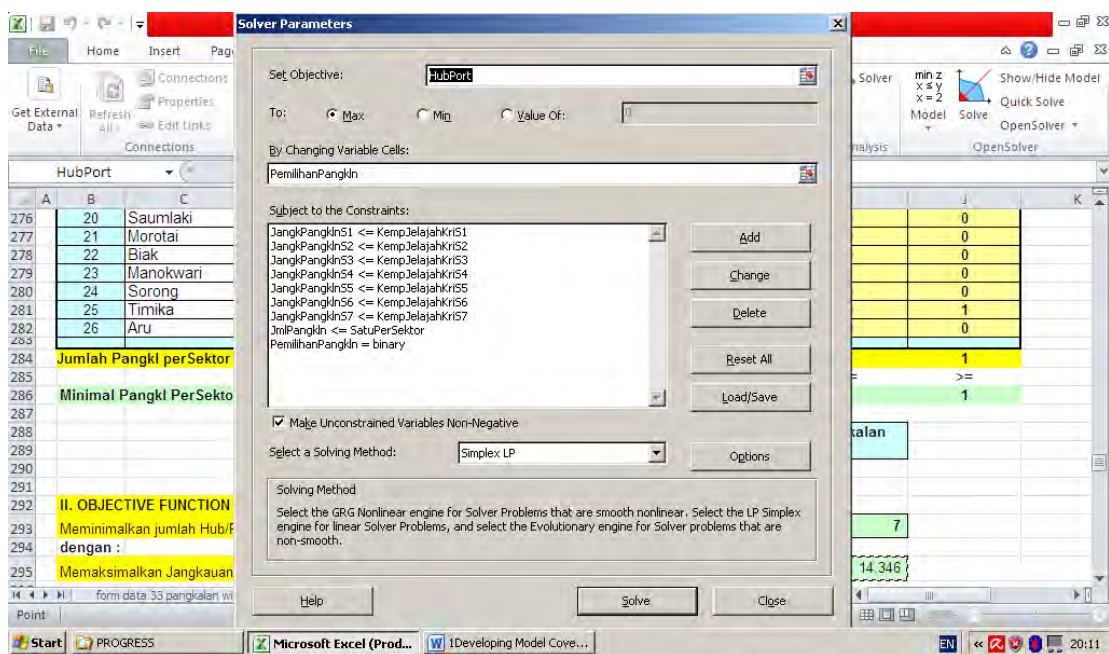
Gambar V.5. Developing Model Constrain pada Metode Covering Technique.



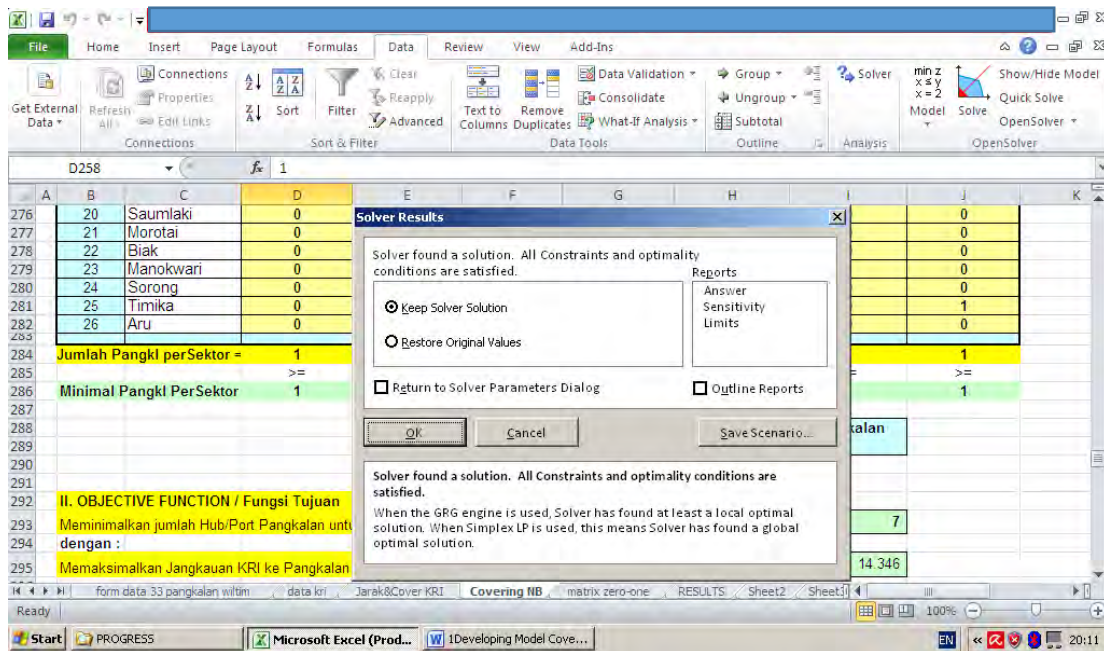
Gambar V.6. Developing Model Zero-One Variabel Keputusan / Decision Variabel pada metode Covering Technique.



Gambar V.7. Developing Model Fungsi Tujuan / Objective Function pada metode Covering Technique



Gambar V.8. Proses Optimasi dengan Solver Parameter.



Gambar V.9. Solver Found Solution; all constrains and optimality conditions are satisfied

LAMPIRAN VI
JURNAL INTERNASIONAL DAN SEMINAR INTERNASIONAL

1. JURNAL INTERNASIONAL

- Letter of Acceptance IJOQM USA
- Scopus & Scimago Rank Index
- Publikasi Online Jurnal Internasional
 - Scopus Author

2. SEMINAR INTERNASIONAL

- International Conference Senta ITS 2016
 - Certificate of Conference

Letter of Acceptance
International J. of Operations and Quantitative Management
12436 FM 1960 W. Pmb #140
Houston, TX 77065, USA

(www.ijoqm.org)
E-MAIL: editor@ijoqm.org

EDITOR-IN-CHIEF,

INTERNATIONAL JOURNAL OF OPERATIONS AND QUANTITATIVE MANAGEMENT (www.ijoqm.org)

September 12, 2016

RE: Establishing the Location of Naval Base Using Fuzzy MCDM and Covering Technique
Methods: A Case Study
Manuscript Number: NC1652

Dear Okol Sri Suharyo,

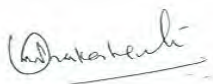
Based on the recommendation by our regional editor Dr. Namjae Cho, I am pleased to inform you that your above referenced paper has been accepted for publication in our journal, and I am pleased to accept his recommendation. Congratulations!

Please format your manuscript using the instructions (<http://www.ijoqm.org/InfotoAuthors.asp>) with single spaced text on MS Word using 10 point Times New Roman Font. You may also want to examine a sample published paper (http://www.ijoqm.org/Sample_Paper.doc). Please make sure to include brief biography of each author. After receiving the electronic version of the manuscript, it will be formatted as per the journal, and the proofs will be sent to you with a bill for page charges. You will be required to send corrections and payment within one week to avoid publication delays. Please visit www.ijoqm.org for detailed information on procedure to be followed after the paper has been accepted for publication.

We expect your paper to be published in March 2017 issue.

On behalf of the editorial board of the International Journal of Operations and Quantitative Management, I thank you for giving us the opportunity to consider your paper for publication in our *Journal*. I trust you will encourage your friends and colleagues to consider the *IJOQM* for publication of their high-quality research articles.

Sincerely,



Omprakash K Gupta, Ph.D.
Editor-in-Chief

1. Please ensure that all variable in English are in *italics* and NOT bolded. Do not convert other symbols such as numbers, Greek alphabets, punctuation marks, parenthesis etc in italics.
2. Please ensure that references adhere to the style of the Journal (please visit www.ijoqm.org)

SCIMAGO RANK INDEX

The screenshot shows the Scimago Journal & Country Rank website. The journal being viewed is the **International Journal of Operations and Quantitative Management**. The website displays the following information:

- Country:** United States
- Subject Area:** Business, Management and Accounting, Decision Sciences
- Subject Category:** Business and International Management, Information Systems and Management, Management of Technology and Innovation, Management Science and Operations Research, Strategy and Management
- Publisher:** International Forum of Management Scholars (INFOMS)
- Publication type:** Journals
- ISSN:** 10821910
- Coverage:** 2001-ongoing
- H Index:** 7

The website also features a search bar at the top and navigation links for Home, Journal Rankings, Country Rankings, Viz Tools, Help, and About Us.

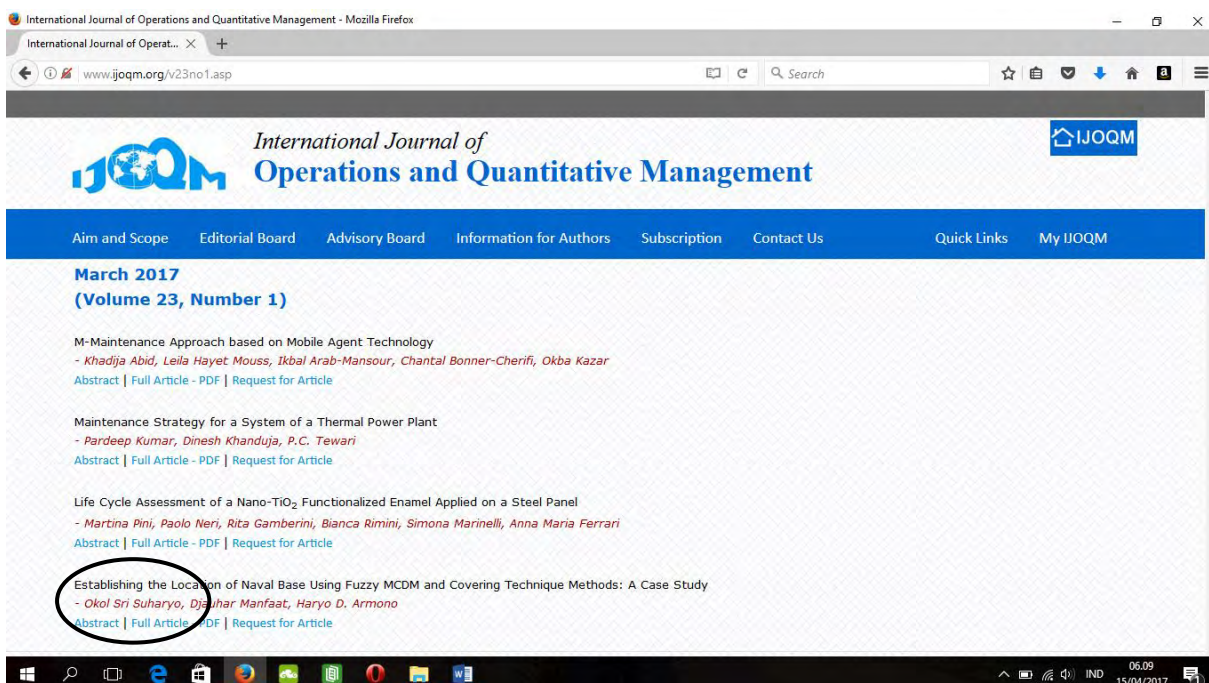
SCOPUS INDEX

The screenshot shows the official website of the **International Journal of Operations and Quantitative Management (IJOQM)**. The website includes the following information:

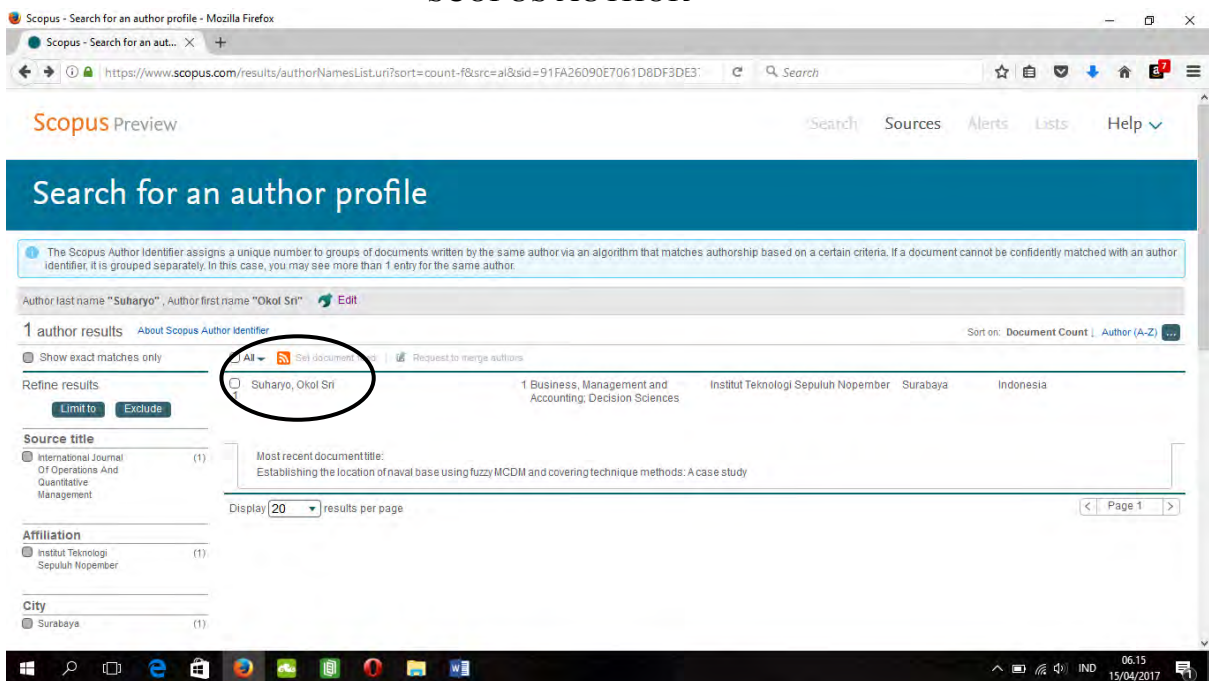
- Journal Title:** International Journal of Operations and Quantitative Management
- ISSN:** 1082-1910
- Publication Frequency:** Quarterly (March, June, September, and December)
- Indexing:** IJOQM is indexed in **Scopus (Elsevier)** (highlighted with a red circle).
- Journal Description:** The journal provides an international forum for discussion of advancements in Operations Management, Operations Research, Quantitative Management and Management Science.
- Other Features:** The website also includes sections for Past Articles, Forthcoming Articles, Cosponsors, and a link to the AIMS Directory of Indian Management Educators.

The website also features a navigation bar with links for Aim and Scope, Editorial Board, Advisory Board, Information for Authors, Subscription, Contact Us, Quick Links, and My IJOQM.

PUBLIKASI ONLINE JURNAL INTERNASIONAL IJOQM



SCOPUS AUTHOR



SERTIFIKAT SEMINAR INTERNASIONAL
International Conference SENTA ITS
15-16 December 2016



LAMPIRAN VII

CRITICAL REVIEW PENELITIAN TERDAHULU

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
I	OPTIMIZE SITE SELECTION JOURNAL				
1.	<i>Scientific Research</i> Des 2013 www.scrip.org/journal	Optimization in Site Selection of Wind turbine for energy Using Fuzzy and GIS – A case study for Gujarat	Kunal kumar, Souvonik Roy, Harinaraya (India)	- Penggabungan metode <i>Fuzzy logic</i> dan <i>GIS</i> (<i>Geographic Information system</i>). Dalam studi kasus pemilihan lokasi wind turbine dg 3 parameter kualitatif : -Environmental, -Physical, and -Human Factor. -Kontribusi metode <i>Fuzzy logic</i> dan <i>GIS</i> dlm pemilihan lokasi	-Pemilihan lokasi wind turbine belum mempertimbangkan faktor dinamika sistem / perubahan parameter sbg fungsi waktu. - Hubungan antar parameter belum didefinisikan dalam model matematis. - Pembobotan parameter belum didefinisikan. (perlu dikembangkan)
2.	<i>Science Direct</i> Jan 2007 www.sciencedirect.com www.elsevier.com	Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model for facility location ; A case study	R. Fazarani, Asgari (Iran)	- Studi kasus Pemilihan lokasi fasilitas logistik militer dengan kombinasi <i>MCDM</i> dan <i>Set Covering Tech</i> , dengan banyak parameter lokasi dan kemampuan <i>cover</i> fasilitas logistik militer.	-Studi kasus ini belum mempertimbangkan faktor dinamika sistem / perubahan parameter sbg fungsi waktu. (perlu dikembangkan)
3.	<i>Science Direct</i> Jan 2007 www.sciencedirect.com www.elsevier.com	Solution approaches for facility location of medical supplies for large-scale emergencies	Hongzhong, Ordonez, Dessouky (USA)	- Pemilihan lokasi fasilitas suplai medis dengan <i>Maksimal Covering Problem</i> , dan <i>Genetic Algorithm</i> . (kombinasi - metode baru)	-Parameter pemilihan lokasi yg saling berhubungan dan konfliktual belum didefinisikan. - Pembobotan parameter belum didefinisikan. (perlu dikembangkan)

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
4.	<i>Scientific Research</i> March 2012 www.scrip.org/journal	A Mathematical Optimization Model for Locating Telecenters	Shourijeh, Kermanshah, Maamdoohi, Faghri, Hamad (USA, Iran, UEA)	Penempatan lokasi telecenter dengan optimasi matematik, <i>multi objective optimization</i> dan <i>goal programming</i> .	-Bobot masing masing parameter dalam pemilihan lokasi belum didefinisikan. - Lebih masuk ke arah aplikasi optimasi model matematis, model dalam bentuk aplikasi program optimasi belum dilakukan. (perlu dikembangkan)
5.	<i>IJEST ; International Journal of Engineering Science and Tech.</i> Sept. 2012	Multiple Criteria Decision Making with Compromise Programming.	Nesa Beula, Eswara Prasad (India)	Metode Pengambilan keputusan dengan banyak kriteria dengan <i>Compromise Programm, Chebysev distance</i>	-Pembobotan kriteria yang konfliktual belum dilakukan, - Perlu dikombinasikan dengan metode AHP, ANP atau Topsis. (perlu dikembangkan)
6.	<i>IEEE</i> ; 2002	Fuzzy Compromise Programming for Group Decision Making	Prodanovic, Simonovic (Canada)	Pengambilan keputusan dalam suatu Grup dg <i>Compromise decision and Fuzzy set ranking Methode</i> .(A new Methode)	- Perubahan parameter sebagai fungsi waktu / dinamika sistem belum ditinjau. (perlu dikembangkan)
7.	<i>GJRE; Global Journal of Research Engineering</i> USA vol 11. April 2011	Fuzzy Goal Programming Methode for Solving Multi Objective Transportation Problem	Venkatasubbaiah, Acharyulu, Mouli (USA)	Langkah- langkah dalam Pemecahan masalah optimasi penugasan/transportasi dengan banyak/multi tujuan diperkenalkan dengan metode <i>Fuzzy Goal Programming</i> . Dimana hubungan deviasi antar parameter diperjelas dengan metode <i>Fuzzy set</i> .	- Perubahan kriteria parameter sebagai fungsi waktu / dinamika sistem belum ditinjau. - Pembobotan kriteria dalam multi tujuan yang konfliktual belum ditinjau. Perlu dimodifikasi dengan metode

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
					Pembobotan kriteria (ANP, AHP, Topsis). (perlu dikembangkan)
8.	<i>International Journal of Advanced Computer Research</i> Vol.3 Maret 2013	A Linear Fuzzy Goal Programming Methode for Solving Optimal and Dispatch Problem.	Baran Pal, Mousomi Kumar (India)	-Penggunaan metode <i>A linear fuzzy goal program</i> untuk optimasi power generation dan problem pengiriman/penugasan. -Hubungan perbedan/deviasi antar parameter diperjelas dengan metode <i>Fuzzy set</i>	- Perubahan kriteria parameter sebagai fungsi waktu / dinamika sistem belum ditinjau. - Pembobotan kriteria dalam multi tujuan yang konfliktual belum ditinjau. Perlu dimodifikasi dengan metode Pembobotan kriteria (ANP, AHP, Topsis) (perlu dikembangkan)
9	<i>IJSER; International Journal of Scientificif & Engineering Research</i> Vol.3 Okt. 2012	Fuzzy Programming Approach for A Compromise Allocation of Components	Irfan Ali, Suhaib Hasan (India)	-Pendekatan <i>fuzzy program</i> dalam menghasilkan keputusan yg kompromi untuk alokasi komponen perbaikan alat, dengan mempertimbangkan : Keandalan alat (<i>reliability</i>), biaya (<i>cost</i>) dan waktu (<i>time</i>)	-Pembobotan (<i>weighted</i>) masing masing kriteria belum didefinisikan dalam model. (perlu dikembangkan)
10	<i>Scientific Research</i> Vol. 12 Nop 2012;	Dynamic Reserve Site Selection Under Contagion Risk of Deforestation	Sabbadin R Rabier CE D Spring (France)	-Pendekatan metode optimasi <i>dynamic program</i> untuk pemilihan lokasi Reserve/Cadangan dalam Penebangan hutan. -Mempresentasikan "a new general frame work for heuristic selection methods"	-Model dikomputasi utk penyelesaian <i>site selection</i> dlm kapasitas alternatif lokasi <100 dan tdk memadai lokasi >100 -Validasi dan verifikasi model belum dilakukan. (perlu dikembangkan)

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
13	<i>Science Direct</i> Oktober 2008 www.sciencedirect.com www.elsevier.com	An Extension to <i>Fuzzy MCDM</i>	T-C. Chu Yichen Lin	<p>-Pendekatan <i>fuzzy MCDM</i> dalam memilih alternatif terbaik dengan banyak kriteria kuantitatif & kualitatif.</p> <p>-Algoritma <i>fuzzy</i> diaplikasikan dalam <i>linguistic value</i> utk membobotkan kriteria kualitatif yang sangat subyektif dari responden (pengahalusan subyektifitas anta responden)</p> <p>-Penyempurnaan proses <i>Defuzzi</i> utk perankingan/pembobotan kriteria pada tiap-tiap alternatif .</p>	<p>- Lebih masuk ke arah aplikasi optimasi model matematis, sedangkan model dalam bentuk aplikasi program optimasi belum dilakukan.</p> <p>- Validasi model belum dilakukan.</p> <p>- Belum memasukkan fungsi waktu dalam formula <i>selection alternative</i>. Sebagai fungsi perubah dalam Sistem Dinamik. (perlu dikembangkan)</p>
II	SYSTEM DYNAMIC JOURNAL	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
14	<i>Science Direct</i> Sept 2003 www.sciencedirect.com www.elsevier.com	Integrating Environmental, Social And Economic System: A Dynamic Model Of Tourism In Dominica	T.Pattersen T.Gulden K.Cousin E.Kraev (USA)	<p>-Mengintegrasikan faktor lingkungan, sosial dan ekonomi dalam faktor-faktor <i>endogen</i> dan <i>exogen</i> dalam keberlanjutan sistem <i>Tourism</i> dengan model <i>system dynamic</i>.</p> <p>- Hubungan simpal-kausal dimodelkan dalam <i>Stella causal loop diagram</i> dengan 3 sub model lingkungan, sosial dan ekonomi</p>	<p>-Belum ada validasi/verifikasi model yang diharapkan dapat mencerminkan kondisi real atau nyata sehingga perlu dikembangkan adanya pembanding model utk validasi dan verifikasi.</p> <p>-Penyusunan <i>model system dynamic</i> ini kedekatan mewakili kondisi real di</p>

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
				<p>-Meramalkan pengaruh 3 aspek model di atas dalam keberlanjutan sistem</p> <p>-Menjadikan 3 sub model dari aspek-aspek di atas untuk mendapatkan kebijakan terbaik dalam keberlanjutan sistem.</p>	<p>lapangan sangat tergantung pada kepiawaian disainer</p> <p>-Belum menyentuh pada pemilihan lokasi yang optimum dalam sistem Tourism. (perlu dikembangkan) (perlu dikembangkan)</p>
15	<p><i>Scientific Research</i> March 2009; www.scrip.org/journal</p>	System Dynamic Approach For Coastal Nature Conservation	M. Elrefaie S. Herrmann (Germany)	<p>-Membuat model <i>System Dynamic</i> dalam keberlanjutan sistem konservasi alam pantai dgn. menstrukturkan sistem menjadi 4 sub-model :</p> <p>(1)Socio-economic; (2)Terrestrial (3)Emission ; (4)Ecological</p> <p>-Mensimulasikan dan mengoptimasi 4 kebijakan pada sistem untuk mendapatkan kebijakan terbaik dalam keberlanjutan konservasi alam pantai. Kebijakan tersebut meliputi :</p> <p>(1) Business as usual (2) Goverment of Plane 2017 (3) Construction limited growth (4) Max. Occupancy-Min Damages.</p>	<p>-Pemilihan lokasi pantai masih bersifat penunjukkan.</p> <p>-Perlu dikembangkan adanya optimasi dalam pemilihan lokasi pantai untuk keberlanjutan sistem konservasi. (perlu dikembangkan)</p>
16	<p><i>Science Direct</i> Oktober 2007 www.sciencedirect.com www.elsevier.com</p>	A System Dynamic Based DSS For Sustainable Coral Reef Management In Kenting Coastal Zone, Taiwan	YC. Chang FW. Hong MT. Lee	- Mengembangkan model <i>system dynamic</i> dalam keberlanjutan sistem manajemen ekologi <i>coral reef</i> dengan mengintegrasikan menjadi 4 sub sistem yang saling	-Belum adanya pembobotan dari sub sub sistem yang ada sehingga perlu dikembangkan adanya <i>weighted</i> dari sub-sub sistem.

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
				<p>berhubungan dan berpengaruh (<i>causal loop diagram</i>) :</p> <p>(1)sosio-economic (2)enviromental (3)biological (4) management.</p> <p>-Mengembangkan model <i>Integrated coastal zone management</i> (ICZM) yg merupakan pengembangan model SD sebelumnya.</p> <p>- Model <i>System Dynamic</i> ICZM mengintegrasikan seluruh aspek dalam satu <i>zone management</i> untuk DSS (<i>Decision Support System</i>)</p>	<p>-Perlu dikembangkan adanya <i>Optimizing model</i> pemilihan lokasi <i>system management coral reef</i> untuk mendukung DSS, karena setiap pantai memiliki karakteristik yang berbeda-beda.</p> <p>(perlu dikembangkan)</p>
17	<p><i>Science Direct</i> Sept 2011 www.sciencedirect.com www.elsevier.com</p>	Dynamic Modelling For Ecological And Economic Sustainability In A Rapid Urbanizing Region	SF. Zhan XC. Zhang WP. Chen (China)	<p>- Mengintegrasikan faktor-faktor <i>environment, society dan economic</i> utk membuat model <i>systemdynamic</i> keberlanjutan sistem</p> <p>- Menemukan keseimbangan antara pembangunan ekonomi dan ekologi <i>protection</i> dalam sistem dengan model <i>causal loop diagram</i> yang stabil.</p> <p>- Menganalisa dan mengoptimasi beberapa kebijakan <i>policy</i> dalam mengintegrasikan hubungan antara faktor-faktor <i>ecology, society dan economic</i> dalam perkembangan dinamika sistem.</p>	<p>-Belum ada validasi/verifikasi model yang diharapkan dapat mencerminkan kondisi <i>real</i> atau nyata sehingga perlu dikembangkan adanya pembandingan model utk validasi dan verifikasi.</p> <p>- Perlu dikembangkan adanya <i>optimization</i> dalam pemilihan lokasi <i>Urbanizing</i> untuk keberlanjutan sistem, karena setiap lokasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda.</p> <p>(perlu dikembangkan)</p>

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
18	<i>ASR; Association for Scientific Research</i> Vol 25, 2011	System Thinking For Sustainable Tourism In The Cat Ba Biosphere Reserve Of Viet Nam	TV. Mai KE. Maani (Australia)	<ul style="list-style-type: none"> -Mengaplikasikan model <i>system thinking</i> dalam kompleksitas dan dinamika sistem untuk keberlanjutan 'tourism' di Cat Ba Vietnam -Membangun 4 model <i>causal loop diagram</i> dalam <i>equilibrium</i> sistem yang meliputi interaksi-interaksi antar bidang : <ol style="list-style-type: none"> (1) economy and natural resources (2) sosio demography and nature resources (3) sosio demography and economy (4) tourism system Cat Ba biosphere reserve. -Mensimulasikan multi kebijakan dalam model dan memilih terbaik untuk <i>sustainable system tourism</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> -Belum ada validasi/verifikasi model yang diharapkan dapat mencerminkan kondisi <i>real world</i> -Penyusunan <i>model system dynamic</i> ini, kedekatan mewakili kondisi real di lapangan sangat tergantung pada kepiawaian disainer dlm merepresentasikan permasalahan -Belum menyentuh pada pemilihan lokasi yang optimum dan <i>sustainable</i> dalam sistem Tourism. (perlu dikembangkan)
19	<i>ASR; Association for Scientific Research</i> Vol 20, 2008	A Conceptual Framework For A Dynamic Model For Regional Planning : Towards Sustainable Development For Bali	AS. Wiranatha PN. Smith (Australia)	<ul style="list-style-type: none"> -Mengembangkan konsep model <i>system dynamic</i> dalam perencanaan daerah untuk <i>sustainable development</i> di Bali. -Membangun model <i>causal loop diagram</i> dalam 4 subsistem yang meliputi : <ol style="list-style-type: none"> (1) economy and natural resources (2) sosio demography and natural resources (3) development and sosio-demography 	<ul style="list-style-type: none"> -Belum menyentuh pada simulasi kebijakan yang optimum/ <i>optimize policy</i> dalam rangka <i>sustainable development</i> di Bali. -Representasi model untuk pendekatan kondisi <i>real world</i> bergantung sepenuhnya pada subyektifitas desainer dan responden, (perlu adanya <i>fuzzy number</i> untuk penghalusan hal tersebut).

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
				(4) development and natural resources (5) development and economy (6) inter-relation among subsystem -Mengembangkan konseptual model dalam pembangunan berkelanjutan/ di Bali.	- <i>Weighted</i> sub-sub sytem belum dilakukan. (perlu dikombinasikan dengan metode pembobotn, ANP-AHP dll). -Validasi model belum dilakukan. (perlu dikembangkan)
20	<i>Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference 2010</i>	System Dynamic Modelling In Suplly Chain Management: Research Review	BJ. Angerhofer MC. Angelides (UK)	-Aplikasi model sistem dinamik dalam manajemen rantai pasok dengan memodelkan <i>equilibrium</i> pasokan masuk-keluar. -Desain rantai pasok dengan model : <i>causal loop diagram, continuous simulation, OR techniques, discrete simulation</i> -Mempresentasikan taksonomi research dan pengembangan model sistem dinamik dgn klasifikasi : <i>Theory Building, Problem solving, Improving model approach</i>	-Belum menyentuh pada simulasi kebijakan yang optimum/ <i>optimize policy</i> dalam rangka <i>equilibrium</i> pasokan masuk-keluar. - Validasi model belum dilakukan. -Masih bersifat umum, model matematis belum dikembangkan. (perlu dikembangkan)
21	<i>Science Direct</i> Oktober 2013 www.sciencedirect.com www.elsevier.com	Operationalizing Sustainability In Urban Coastal Systems: A System Dynamics Analysis	Maurommati Bithas Panayiotidis (USA-Greece)	-Pendekatan dengan analisa sistem dinamik dalam operasional keberlanjutan " <i>urban coastal</i> " Metode : -pendefinisian pembangunan ekologi berkelanjutan, - <i>sustainable science</i> - <i>sustainable cities</i> - <i>expert optinion</i>	-Pembobotan <i>weighted</i> pada sub-sub sistem yang berpengaruh pada keberlanjutan sistem belum didefinisikan. (hole yg bisa dikembangkan, pembobotan susb-sub sistem)

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
				-Pembentukan <i>causal loop diagram</i> sistem dan sub-sub sistem -Pengembangan model dengan simulasi beberapa kebijakan untuk menentukan kebijakan terbaik dalam mendukung pembangunan ekologi berkelanjutan. -Validasi model dengan metode : <i>mean abundance SDM</i>	- <i>expert opinion</i> dengan tingkat subyektifitas yg tinggi. (ke”bias”an dapat diatasi/dihaluskan dengan algoritma <i>Fuzzy</i>) -Simulasi perlu di verifikasi dg model lain sehingga ketepatan model dg kondisi nyata semakin dekat.
22	<i>Science Direct</i> Jan 2012 www.sciencedirect.com www.elsevier.com	Simulation Modeling For Wetland Utilization And Protection Based On System Dynamic Model In A Coastal City, China	C. Ma XC. Zhang B. Zhou TY. Mao	-Mengaplikasikan model sistem dinamik dalam simulasi ‘wetland-utilization’. -Simulasi dilakukan dengan membentuk beberapa sub-sub sistem dan beberapa skenario kebijakan yang diramalkan akan berpengaruh pada dinamika sistem tersebut. - Dari simulasi didapatkan manajemen kebijakan yang optimal dalam mendukung keberlanjutan ” <i>sustainable wetland management</i> ”	-Pembobotan <i>weighted</i> pada sub-sub sistem yang berpengaruh pada keberlanjutan sistem belum didefinisikan. (<i>hole</i> yg bisa dikembangkan, pembobotan sub-sub sistem) -Validasi model, hingga ketepatannya dalam merepresentasikan <i>real world</i> ke dalam model belum dilaksanakan. (perlu dikembangkan)
23	<i>Science Direct</i> Oktober 2007 www.sciencedirect.com www.elsevier.com	Modeling Seawater Desalination Powered By Waste Incineration Using A Dynamic Systems Approach	Ken Udono Renate Sitte	- Aplikasi dengan pendekatan model sistem dinamik untuk memodelkan ‘sea water desalination’ untuk keberlanjutan sistem ketersediaan air bersih.	-Pembobotan <i>weighted</i> pada sub-sub sistem atau modul yang berpengaruh pada keberlanjutan sistem belum didefinisikan.

NO	JURNAL / PAPER	JUDUL	PENGARANG	KEKUATAN	KELEMAHAN/ Hal yg bisa dikembangkan
				<p>-Model merepresentasikan '<i>supply and demands</i>' ketersediaan air bersih yang dimodelkan dalam '<i>feedback diagram comprehensive model</i>' yg terdiri dari 3 modul : (a) water dynamic (b) energy dynamic (c) Population dynamic</p> <p>- Simulasi dilaksanakan dalam kurun waktu 50 th meliputi <i>demand</i> dan <i>supply</i> yang kemudian dianalisa dg. Metode <i>ANN</i> utk ditinjau keberlanjutan sisemnya.</p>	<p>(<i>hole</i> yg bisa dikembangkan, pembobotan susb-sub sistem/ modul)</p> <p>-Belum menyentuh pada simulasi kebijakan yang optimum/ <i>optimize policy</i> dalam rangka <i>equilibrium</i> pasokan masuk-keluar.</p> <p>-Validasi dan verifikasi model yang merepresentasikan kondisi lapangan belum disentuh. (perlu dikembangkan)</p>

